

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Química



**DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL ESTUDIO DE LA IMPORTANCIA Y PRINCIPIOS
BÁSICOS DEL MEZCLADO Y AGITACIÓN DE LÍQUIDOS**

Trabajo de Graduación presentado por Ana Lucía Zeceña Hernández para optar al grado académico
de Licenciado en Ingeniería Química

Guatemala

2013

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL ESTUDIO DE LA IMPORTANCIA Y PRINCIPIOS
BÁSICOS DEL MEZCLADO Y AGITACIÓN DE LÍQUIDOS


UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Química

**DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL ESTUDIO DE LA IMPORTANCIA Y PRINCIPIOS
BÁSICOS DEL MEZCLADO Y AGITACIÓN DE LÍQUIDOS**

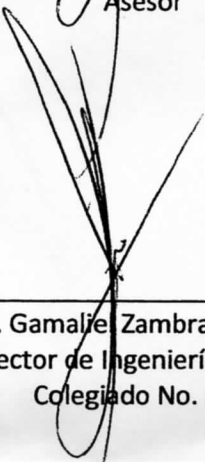
Trabajo de Graduación presentado por Ana Lucía Zeceña Hernández para optar al grado académico
de Licenciado en Ingeniería Química

Guatemala,
2013

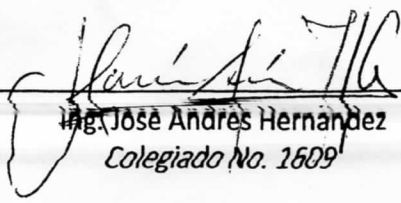
Vo.Bo.:

(f) 
Ing. Gamaliel Zambrano Ruano
Colegiado No. 686
Asesor

Tribunal:

(f) 
Ing. Gamaliel Zambrano Ruano
Director de Ingeniería Química
Colegiado No. 686

(f) 
Ing. Cristián Rossi Sosa
Colegiado No. 471

(f) 
Ing. José Andrés Hernández
Colegiado No. 1609

Fecha Aprobación: 24 de enero de 2013

Le dedico este trabajo:
Con todo mi corazón, a Dios por su iluminación
a mi madre por su amor,
A mi padre por su apoyo durante toda mi vida,
A mi hermana por ser mí mejor amiga,
A mi novio por su cariño incondicional
A mis abuelos y demás familia por creer en mí

Índice

Índice de figuras.....	VII
Índice de tablas.....	VII
Índice de gráficas	XIV
Resumen.....	XVII
Abstract	XVI
I. Introducción	1
II. Marco teórico	2
III. Antecedentes	13
IV. Justificación	14
V. Objetivos	15
VI. Problema a resolver.....	16
VII. Metodología	17
VIII. Cronograma.....	19
IX. Resultados.....	20
A. Diseño del equipo:	20
B. Diseño de práctica de laboratorio:	22
C. Planos:.....	23
X. Discusión de resultados.....	34
XI. Conclusiones	39
XII. Recomendaciones	40
XIII. Bibliografía	41
XIV. Apéndice	42
A. Procedimiento detallado:	42
B. Diagrama de flujo del sistema:	42
C. Diseño y características técnicas del equipo:	43
D. Datos de placa del equipo:.....	52
E. Datos originales:.....	54
F. Cálculos.....	86
G. Datos calculados.....	91

Índice de figuras

Figura No. 1 Mezcladores en línea, inyector y anular.....	2
Figura No. 2 Mezclador Estático.....	3
Figura No. 3 Arreglos de los agitadores y patrones de flujo.....	3
Figura No. 4 Tanque típico de proceso con agitación.....	4
Figura No. 5(a) hélice marina de tres palas; (b) turbina abierta de palas rectas; (c) turbina de disco con palas (d) turbina abierta de palas curvas.	5
Figura No. 6 Formación de vórtice y tipo de flujo en un tanque agitado.....	7
Figura No. 7 Agitador no centrado.....	7
Figura No. 8 Modelo de flujo en un tanque con placas deflectoras y un agitador de turbina instalado centralmente.....	8
Figura No. 9 Guía para la selección de agitadores.....	9
Figura No. 10 Medidas de un agitador de turbina.....	10
Figura No. 11 Número de potencia para agitador tipo Cowless, hélice y turbina.....	11
Figura No. 12 Sistema de filtración antes de realizar las modificaciones.....	13
Figura No. 25 Diagrama de Proceso para la realización de la práctica.....	22
Figura No. 26 Plano acotado del Sistema de Agitación.....	23
Figura No. 27 Esquema isométrico del Sistema de Agitación.....	24
Figura No. 28 Balance de Masa y Energía del Sistema.....	42
Figura No. 13 Limpieza y pulido de tanque de agitación.....	43
Figura No. 14 Placas deflectoras soldadas.....	44
Figura No. 15 Placas deflectoras de 0.05m (2 plg.) y de 0.10m (4 plg.).....	44
Figura No. 16 Rieles de placas deflectoras soldadas en el interior del tanque.....	45
Figura No. 17 Enmasillado de rieles.....	45
Figura No. 18 Cubrimiento de pintura epoxica.....	46
Figura No. 19 Medidor de nivel del tanque de agitación.....	46
Figura No. 20 Agitador de Paleta, Hélice, Disco y Eje del sistema de agitación.....	48
Figura No. 21 Soporte del motor.....	50
Figura No. 22 Base del motor y agitador.....	50
Figura No. 23 Filtro candela reconstruido.....	51
Figura No. 24 Tornillo de acero inoxidable y cincho de presión.....	51
Figura No. 29 Dimensiones de hélice aspa No.1.....	87
Figura No. 30 Dimensiones de hélice aspa No.2.....	88
Figura No. 31 Dimensiones de hélice aspa No.3.....	88

Índice de tablas

Tabla No. 1 Cronograma de la realización del Trabajo de Graduación.	19
Tabla No. 2 Diseño del agitador de paleta	20
Tabla No. 3 Diseño del agitador de hélice	20
Tabla No. 4 Diseño del agitador de disco dentado.....	20
Tabla No. 5 Diseño del eje agitador.....	21
Tabla No. 6 Diseño de las placas deflectoras	21
Tabla No. 7 Potencia teórica del motor según el tipo de agitador.....	21
Tabla No. 8 Costos de la realización de la práctica.....	33
Tabla No. 9 Costos del diseño y montaje de sistema de agitación.....	33
Tabla No. 10 Datos de placa de motor y bomba aurora	52
Tabla No. 11 Datos de placa del motor de sistema de agitación	52
Tabla No. 12 Datos de placa de las válvulas del sistema	53
Tabla No. 13 Datos técnicos de tanque de agitación.....	53
Tabla No. 14 Datos de placa de filtro de candela.....	53
Tabla No. 15 Datos de operación de multímetro.....	54
Tabla No. 16 Datos de operación del viscosímetro de copa.....	54
Tabla No. 17 Datos de operación de sensor de temperatura	54
Tabla No. 18 Masa de goma xantán utilizada para todas las corridas de los agitadores y placas deflectoras	54
Tabla No. 19 Volumen de agua utilizada para todas las corridas de los agitadores y placas deflectoras	55
Tabla No. 20 Revoluciones a las que trabaja el motor del agitador	55
Tabla No. 21 Voltaje y precio de KWh según INDE.....	55
Tabla No. 22 Datos originales para las muestras del agitador de paleta sin placas deflectoras	56
Tabla No. 23 Datos originales para las muestras del agitador de paleta con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	57
Tabla No. 24 Datos originales para las muestras del agitador de paleta con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	58
Tabla No. 25 Datos originales para las muestras del agitador de paleta con 2 placas deflectoras de 0.1 m de ancho.	59

Tabla No. 26 Datos originales para las muestras del agitador de paleta con 4 placas deflectoras de 0.1 m de ancho.	60
Tabla No. 27 Datos originales para las muestras del agitador de disco sin placas deflectoras	61
Tabla No. 28 Datos originales para las muestras del agitador de disco con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	62
Tabla No. 29 Datos originales para las muestras del agitador de disco con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	63
Tabla No. 30 Datos originales para las muestras del agitador de disco con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	64
Tabla No. 31 Datos originales para las muestras del agitador de disco con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	65
Tabla No. 32 Datos originales para las muestras del agitador de hélice sin placas deflectoras	66
Tabla No. 33 Datos originales para las muestras del agitador de hélice con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	67
Tabla No. 34 Datos originales para las muestras del agitador de hélice con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	68
Tabla No. 35 Datos originales para las muestras del agitador de hélice con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	69
Tabla No. 36 Datos originales para las muestras del agitador de hélice con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	70
Tabla No. 37 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de paleta sin placas deflectoras	71
Tabla No. 38 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de paleta con 2 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.	71
Tabla No. 39 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de paleta con 4 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.	72
Tabla No. 40 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de paleta con 2 placas deflectoras de 0.1 m de ancho.	72
Tabla No. 41 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de paleta con 4 placas deflectoras de 0.1 m de ancho.	73
Tabla No. 42 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de disco sin placas deflectoras	73
Tabla No. 43 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de disco con 2 placas deflectoras de 0.05 m	74

Tabla No. 44 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de disco con 4 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.	74
Tabla No. 45 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de disco con 2 placas deflectoras de 0.1 m de ancho.	75
Tabla No. 46 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de disco con 4 placas deflectoras de 0.1 m de ancho.	75
Tabla No. 47 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de hélice sin placas deflectoras	76
Tabla No. 48 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de hélice con 2 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.	76
Tabla No. 49 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de hélice con 4 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.	77
Tabla No. 50 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de hélice con 2 placas deflectoras de 0.1 m de ancho.	77
Tabla No. 51 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de hélice con 4 placas deflectoras de 0.1 m de ancho.	78
Tabla No. 52 Amperaje alcanzado con el agitador de paleta sin placas deflectoras	78
Tabla No. 53 Amperaje alcanzado con el agitador de paleta con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	79
Tabla No. 54 Amperaje alcanzado con el agitador de paleta con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	79
Tabla No. 55 Amperaje alcanzado con el agitador de paleta con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	80
Tabla No. 56 Amperaje alcanzado con el agitador de paleta con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	80
Tabla No. 57 Amperaje alcanzado con el agitador de disco sin placas deflectoras	81
Tabla No. 58 Amperaje alcanzado con el agitador de disco con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	81
Tabla No. 59 Amperaje alcanzado con el agitador de disco con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	82
Tabla No. 60 Amperaje alcanzado con el agitador de disco con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	82
Tabla No. 61 Amperaje alcanzado con el agitador de disco con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	83
Tabla No. 62 Amperaje alcanzado con el agitador de hélice sin placas deflectoras	83

Tabla No. 63 Amperaje alcanzado con el agitador de hélice con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	84
Tabla No. 64 Amperaje alcanzado con el agitador de hélice con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	84
Tabla No. 65 Amperaje alcanzado con el agitador de hélice con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	85
Tabla No. 66 Amperaje alcanzado con el agitador de hélice con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	85
Tabla No. 67 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo paleta sin placas deflectoras	91
Tabla No. 68 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo paleta con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	91
Tabla No. 69 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo paleta con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	92
Tabla No. 70 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo paleta con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	92
Tabla No. 71 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo paleta con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	93
Tabla No. 72 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo disco dentado sin placas deflectoras	93
Tabla No. 73 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo disco dentado con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	94
Tabla No. 74 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo disco dentado con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	94
Tabla No. 75 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo disco dentado con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	95
Tabla No. 76 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo disco dentado con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	95
Tabla No. 77 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo hélice sin placas deflectoras	95
Tabla No. 78 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo hélice con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	96
Tabla No. 79 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo hélice con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	96

Tabla No. 80 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo hélice con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	96
Tabla No. 81 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo hélice con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	97
Tabla No. 82 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo paleta sin placas deflectoras	98
Tabla No. 83 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo paleta y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	99
Tabla No. 84 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo paleta y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	100
Tabla No. 85 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo paleta y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	101
Tabla No. 86 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo paleta y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	102
Tabla No. 87 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo disco dentado sin placas deflectoras	103
Tabla No. 88 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	104
Tabla No. 89 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	105
Tabla No. 90 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	106
Tabla No. 91 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	107
Tabla No. 92 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo hélice sin placas deflectoras	108
Tabla No. 93 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo hélice y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	109
Tabla No. 94 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	110
Tabla No. 95 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	111
Tabla No. 96 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	112
Tabla No. 97 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo paleta sin placas deflectoras	113

Tabla No. 98 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo paleta y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.....	113
Tabla No. 99 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo paleta y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.....	114
Tabla No. 100 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo paleta y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.....	114
Tabla No. 101 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo paleta y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.....	115
Tabla No. 102 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo disco dentado sin placas deflectoras de ancho.	115
Tabla No. 103 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	116
Tabla No. 104 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	116
Tabla No. 105 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	117
Tabla No. 106 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	117
Tabla No. 107 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo hélice sin placas deflectoras.....	118
Tabla No. 108 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo hélice y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.....	118
Tabla No. 109 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo hélice y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.....	119
Tabla No. 110 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo hélice y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.....	119
Tabla No. 111 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador hélice y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.....	120
Tabla No. 112 Densidad con el agitador tipo paleta sin placas deflectoras	120
Tabla No. 113 Densidad con el agitador tipo paleta y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	120
Tabla No. 114 Densidad con el agitador tipo paleta y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	121

Tabla No. 115 Densidad con el agitador tipo paleta y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	121
Tabla No. 116 Densidad con el agitador tipo paleta y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	121
Tabla No. 117 Densidad con el agitador de disco dentado sin placas deflectoras	122
Tabla No. 118 Densidad con el agitador de disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	122
Tabla No. 119 Densidad con el agitador de disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	123
Tabla No. 120 Densidad con el agitador de disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	123
Tabla No. 121 Densidad con el agitador de disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	124
Tabla No. 122 Densidad con el agitador tipo hélice sin placas deflectoras	124
Tabla No. 123 Densidad con el agitador tipo hélice y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	125
Tabla No. 124 Densidad con el agitador tipo hélice y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	125
Tabla No. 125 Densidad con el agitador tipo hélice y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	125
Tabla No. 126 Densidad con el agitador hélice y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	126
Tabla No. 127 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo paleta sin placas deflectoras	126
Tabla No. 128 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo paleta y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	127
Tabla No. 129 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo paleta y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	127
Tabla No. 130 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo paleta y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	128
Tabla No. 131 KW consumidos costo de agitación del agitador paleta y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	128
Tabla No. 132KW consumidos costo de agitación del agitador tipo disco dentado sin placas deflectoras	129
Tabla No. 133 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	129

Tabla No. 134 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	130
Tabla No. 135 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	130
Tabla No. 136 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	131
Tabla No. 137KW consumidos costo de agitación del agitador tipo hélice sin placas deflectoras	131
Tabla No. 138 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo hélice y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	132
Tabla No. 139 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo hélice y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.	132
Tabla No. 140 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo hélice y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	133
Tabla No. 141 KW consumidos costo de agitación del agitador hélice y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.	133
Tabla No. 142 Viscosidad obtenida con el agitador de paleta al agitar durante 607.6 ± 0.02 s.....	134
Tabla No. 143 Viscosidad obtenida con el agitador de paleta al agitar durante 602.38 ± 0.02 s con 2 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.	134
Tabla No. 144 Viscosidad obtenida con el agitador de paleta al agitar durante 599.47 ± 0.02 s con 4 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.	135
Tabla No. 145 Viscosidad obtenida con el agitador de paleta al agitar durante 601.94 ± 0.02 s con 2 placas deflectoras de 0.10 m de ancho.	135
Tabla No. 146 Viscosidad obtenida con el agitador de paleta al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 4 placas deflectoras de 0.10 m de ancho.	136
Tabla No. 147 Viscosidad obtenida con el agitador de disco al agitar durante 605.78 ± 0.02 s.....	136
Tabla No. 148 Viscosidad obtenida con el agitador de disco al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 2 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.	137
Tabla No. 149 Viscosidad obtenida con el agitador de paleta al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 4 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.	137
Tabla No. 150 Viscosidad obtenida con el agitador de paleta al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 2 placas deflectoras de 0.10 m de ancho.	138
Tabla No. 151 Viscosidad obtenida con el agitador de paleta al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 4 placas deflectoras de 0.10 m de ancho.	138
Tabla No. 152 Viscosidad obtenida con el agitador de hélice al agitar durante 605.78 ± 0.02 s.....	139

Tabla No. 153 Viscosidad obtenida con el agitador de hélice al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 2 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.	139
Tabla No. 154 Viscosidad obtenida con el agitador de hélice al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 4 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.	140
Tabla No. 155 Viscosidad obtenida con el agitador de hélice al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 2 placas deflectoras de 0.10 m de ancho.	140
Tabla No. 156 Viscosidad obtenida con el agitador de hélice al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 4 placas deflectoras de 0.10 m de ancho.	141

Índice de gráficas

Gráfica No. 1 Comparación de viscosidades alcanzadas con agitador de paleta, disco y hélice	25
Gráfica No. 2 Comparación de viscosidades alcanzadas con agitador de paleta, disco y hélice utilizando 2 placas deflectoras de 0.05 m.....	26
Gráfica No. 3 Comparación de viscosidades alcanzadas con agitador de paleta, disco y hélice utilizando 4 placas deflectoras de 0.05 m.....	27
Gráfica No. 4 Comparación de viscosidades alcanzadas con agitador de paleta, disco y hélice utilizando 2 placas deflectoras de 0.1 m.....	28
Gráfica No. 5 Comparación de viscosidades alcanzadas con agitador de paleta, disco y hélice utilizando 4 placas deflectoras de 0.1 m.....	29
Gráfica No. 6 Comparación entre las viscosidades alcanzadas con el agitador de disco dentado ...	30
Gráfica No. 7 Comparación entre las viscosidades alcanzadas con el agitador de hélice.....	31
Gráfica No. 8 Comparación entre las viscosidades alcanzadas con el agitador de paleta.....	32

Resumen

Este trabajo consta del diseño e instalación de un sistema de mezclado en el Laboratorio de Operaciones Unitarias del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad del Valle de Guatemala. El sistema está constituido por un tanque con placas deflectoras removibles y una base de agitación con agitadores intercambiables. El tanque, las placas deflectoras y la base son de acero carbón. El tanque tiene una capacidad de 200 litros; y el motor es de inducción y tiene una capacidad de 1.1 Kw. El tanque tiene un medidor de volumen y recubrimiento de pintura epoxica. También consta de 3 tipos de agitadores paleta, hélice y disco dentado; todos de acero inoxidable. Se realizó una práctica, la cual se describe más adelante en el trabajo, para medir la eficacia de agitación por medio de la viscosidad. Para realizar la práctica se utilizó goma Xantan ya que sus características se ajustaban a las necesidades de la agitación. Se hizo un análisis de costo de práctica, diseño y montaje del sistema. Al final se llegó a la conclusión que el agitador de hélice logra un proceso de agitación más eficaz alcanzando una viscosidad de 0.41 kg/ms. El costo del montaje del equipo fue de Q 17,029.53 y el costo de realización de la práctica fue de Q 406.32.

Abstract

This work consists of the design and installation of a mixing system in the Unit Operations Laboratory (Department of Chemical Engineering at Universidad del Valle de Guatemala). The system consists of a tank with removable baffles and interchangeable agitators. The tank has a capacity of 200 liters and the induction motor has a capacity of 1.1 kW. The tank has a volume meter and epoxy paint coating. It also consists of three types of agitators: paddle stirrers, propeller and toothed disc. The three types of agitators are made of stainless steel. A practice, which is described later in the work, was developed to measure the efficacy of agitation by viscosity. Xanthan gum was used because of its characteristics. The cost of the practice was determined, so as the system design and installation. In conclusion the propeller stirrer agitation achieved a more efficient process, achieving a viscosity of 0.41 kg / ms. The cost of mounting the system was Q 17,029.53 and the cost of performing the practice Q 406.32.

I. Introducción

El mezclado de líquidos miscibles o de sólidos en líquidos se realiza con el objetivo de lograr una distribución uniforme de los componentes entre sí por medio de un flujo. Generalmente cuando se mezclan sustancias miscibles, se logra una mezcla homogénea, pero con líquidos que tienen sólidos en suspensión y materiales muy viscosos se debe realizar un análisis de mezclado para determinar el efecto que el agente espesante está realizando sobre el líquido.

El siguiente trabajo de graduación, tiene como objetivo que los estudiantes de Ingeniería Química de la Universidad del Valle de Guatemala, diseñar un sistema de agitación para comprobar eficacias de agitado. La eficacia de un proceso de mezclado depende de una efectiva utilización de la energía que se emplea para generar el flujo de componentes. Para que el sistema tenga un suministro de energía adecuado es necesario considerar el tipo de agitador que se va a utilizar y qué tipo de arreglos tendrá el tanque de mezclado. Por esta razón se construyó un sistema de agitación en el cual se pueden colocar y retirar placas deflectoras de 0.1 y 0.05 m de ancho, también se puede colocar tres tipos diferentes de agitadores (paleta, hélice y disco dentado) y el eje se puede colocar a diferentes alturas. Se diseñó el sistema de esta manera para que los estudiantes experimenten por medio de un tanque de mezclado como afecta el uso de placas deflectoras dentro del mismo. De igual forma se pretende ejemplificar y comprobar que tipos de agitadores es conveniente utilizar dependiendo del tipo de mezclado y sustancias a mezclar.

Para el diseño de este tanque de mezclado, se modificó el tanque que se encuentra en el Laboratorio de Operaciones Unitarias que se utiliza para el Filtro de Candela. Se instaló un sistema de agitación en el cual pueda variar entre tres tipos distintos de aspas (hélice, paleta y dispersor). Por otra parte, se modificó el tanque instalando rieles por los cuales se pueden deslizar placas deflectoras.

Se concluyó que el agitador de hélice logra un proceso de agitación más eficaz alcanzando una viscosidad de 0.41 kg/ms. El costo del montaje del equipo fue de Q 17,029.53 y el costo de realización de la práctica fue de Q 406.32. Este trabajo de graduación consta de 153 tablas, y 8 gráficas donde se muestran los resultados alcanzados.

II. Marco teórico

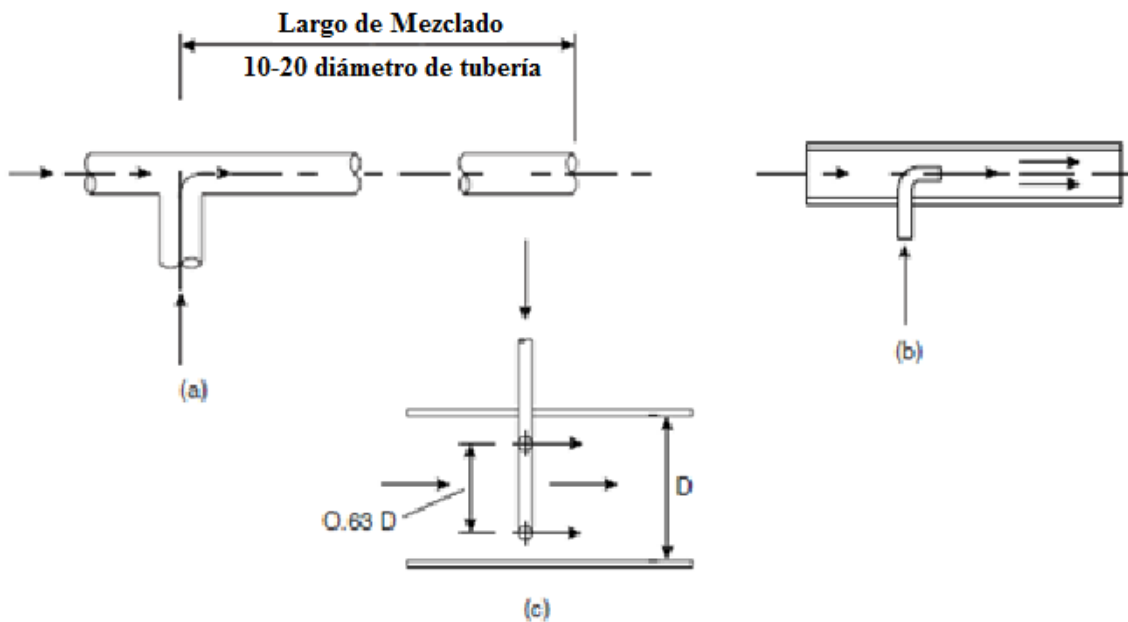
La preparación de mezclas sólidas, líquidas y gaseosas es una parte esencial de varios procesos químicos e industriales. El material y sistema a utilizar depende de la naturaleza del material, y el grado de mezcla que se desea obtener. La mezcla de líquidos en la mayoría de los casos es tratado por medio de procesos batch. (Coulson, 2004: 468).

Cuando se trabaja con mezclas líquidas, es necesario tomar en consideración los siguientes factores.

- I. Batch en operación continúa.
- II. Naturaleza del proceso: líquidos miscibles, preparación de soluciones, dispersión de líquidos inmiscibles.
- III. Grado de mezcla que se requiere.
- IV. Propiedades físicas de los líquidos, viscosidad en particular.
- V. Si el mezclado está asociado a otras operaciones como algún tipo de reacción química o transferencia de calor.

Para mezclar líquidos se pueden utilizar agitadores en línea cuando las viscosidades son bajas. Para otros tipos de agitación, se pueden utilizar tanques agitadores con propiedades de mezclado y equipo de agitación definidos. (Coulson, 2004:469)

Figura No. 1 Mezcladores en línea, inyector y anular



(Fuente: Coulson, 2004:469).

A. Mezclado en línea:

Es un dispositivo estático que promueve la turbulencia de mezclado en líneas de tuberías, es una forma económica de de mezclado de líquidos. Es ideal para el mezclado de fluidos con baja viscosidad.

Se puede trabajar con mezcladoras por inyección, donde uno de los fluidos se introduce en el flujo del otro por una tubería concéntrica o anular, la solución se mezcla por medio de difusión turbulenta. Estos dispositivos deben utilizarse donde el flujo de un líquido es menor que el otro, creando un mezclado satisfactorio en 80 diámetros de tubería. Cuando se trabaja con mezcladoras en línea, se pueden utilizar bombas centrífugas para ablandamiento y dispersión del líquido. (Coulson, 2004:469)

Figura No. 2 Mezclador estático

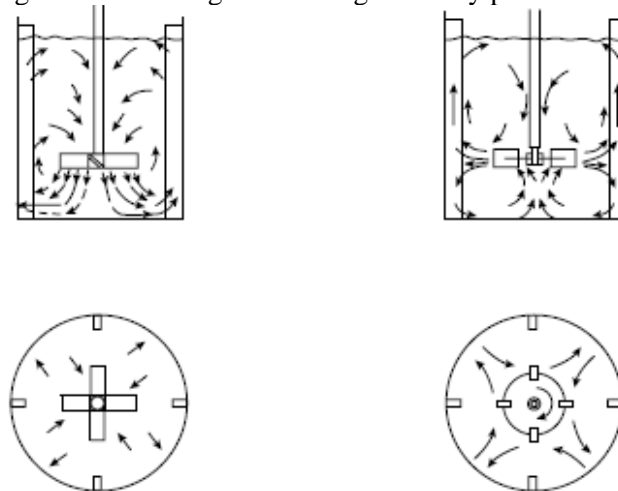


(Fuente: Coulson, 2004:469)

B. Tanques de mezclado:

Estos siempre constan que algún tipo de agitador son utilizado mezclar líquidos y preparar soluciones. En la Figura No. 3 se puede observar un típico arreglo de agitador y placas deflectoras; y el patrón de flujo que cada uno de estos arreglos crea. La mezcla ocurre mediante un flujo másico del líquido y en escala microscópica por el movimiento de los remolinos turbulentos creados por el agitador. El flujo másico es predominante en mecanismos de mezclado requeridos por el mezclado y miscibilidad de los líquidos o sólidos en suspensión. La mezcla turbulenta es importante en operaciones que implican transferencia de masa y calor los cuales son determinantes para el control del proceso. (Coulson, 2004:470).

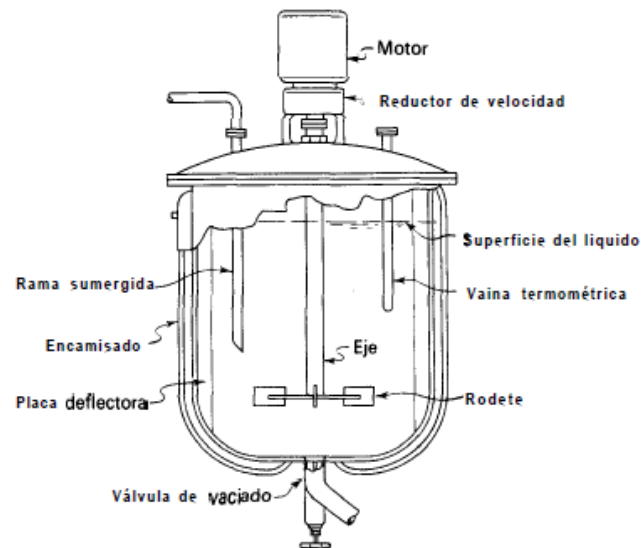
Figura No. 3 Arreglos de los agitadores y patrones de flujo



(Fuente: Coulson, 2004:470)

Los líquidos se agitan con más frecuencia en tanques o recipientes, generalmente de forma cilíndrica, y provistos de un eje vertical. La parte superior del recipiente puede estar abierta al aire o cerrada. Las proporciones del tanque varían bastante dependiendo de la naturaleza del problema de agitación. Sin embargo, en muchas situaciones se utiliza un diseño estandarizado. el fondo del tanque es redondeado y no plano, con el fin de eliminar los rincones escarpados o regiones en las que no penetrarían las corrientes de fluido. La altura del líquido es aproximadamente igual al diámetro del tanque. El rodete va instalado sobre un eje suspendido, es decir un eje soportado en la parte superior. El eje está accionado por un motor, a veces directamente conectado al eje, pero más frecuentemente acoplado al eje a través de una caja reductora de velocidad. (McCabe, 1981:243)

Figura No. 4 Tanque típico de proceso con agitación



(Fuente: McCabe, 1981:243)

C. Agitadores:

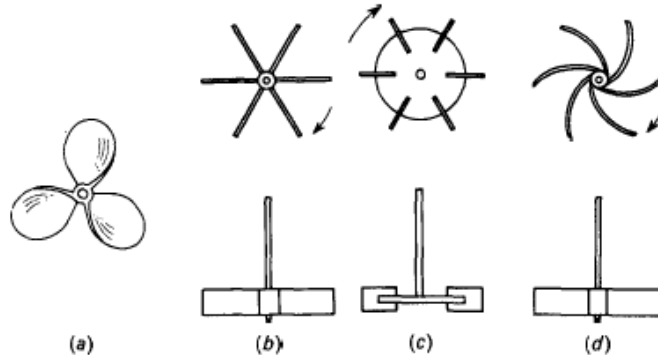
Los agitadores se dividen en dos clases, los que generan corrientes paralelas al eje del agitador y los que dan origen a corrientes en dirección tangencial o radial. Los tres tipos principales de agitadores son de hélice, paletas y turbina. Cada uno de estos tipos comprende muchas variaciones y subtipos. Con estos tres tipos de agitadores, se resuelven el 95% de los problemas de agitación de líquidos. (McCabe, 1981:244)

1. Agitador de hélice. Una hélice es un rodete con flujo axial y alta velocidad que se utiliza para líquidos de baja viscosidad. Las hélices pequeñas giran con la misma velocidad que el motor, entre 1150 y 1750 rpm; las grandes giran entre 400 y 800 rpm las corrientes de flujo que salen del rodete continúan a través del líquido en una dirección determinada hasta que chocan con el fondo o las paredes del tanque. La columna, altamente turbulenta, de remolinos de líquido que abandonan el rodete, arrastra al moverse líquido estancado, probablemente en mayor proporción que lo haría una columna equivalente procedente de una boquilla estacionaria. Las placas de un rodete cortan o cizallan vigorosamente el líquido. Debido a la persistencia de las corrientes de flujo, los agitadores de hélice son eficaces en tanques muy grandes. (McCabe, 1981:244)

2. Agitadores de palas. Para problemas sencillos, un agitador eficaz está formado por una paleta plana, que gira sobre un eje vertical. Los más comunes son los agitadores formados por dos y tres paletas. A veces las paletas están inclinadas, pero lo más común es que sean verticales. Las paletas giran a velocidades bajas o moderadas en el centro del tanque, impulsando al líquido radial y tangencialmente, sin que exista movimiento vertical respecto del agitador, a menos que las paletas estén inclinadas. Las corrientes de líquido que se originan se dirigen hacia la pared del tanque y después siguen hacia arriba o hacia abajo. En los tanques de gran altura, se disponen varias paletas unas sobre otras acopladas al mismo eje. Las paletas se adaptan a la forma cóncava o semi esférica del tanque, de forma que en su movimiento, rascan la superficie o pasan sobre ella con una holgura muy pequeña. Un agitador de este tipo se conoce como agitador de ancla. Los agitadores de ancla son útiles cuando se desea evitar el depósito de sólidos sobre una superficie de transmisión del calor, como ocurre en un tanque encamisado, pero no son buenos mezcladores. Generalmente trabajan conjuntamente con un agitador de paletas o de otro tipo, que se mueve con velocidad elevada y que gira normalmente en sentido opuesto. (McCabe, 1981:245)

Los agitadores industriales de paleta giran a una velocidad comprendida entre 20 y 150 rpm. La longitud del rodete de un agitador de paleta es del orden del 50 al 80% del diámetro interior del tanque. La anchura de la paleta es de un sexto a un décimo de su longitud. A velocidades muy bajas, un agitador de paletas produce una agitación suave, en un tanque sin placas deflectoras o cortacorrientes, las cuales son necesarias para velocidades elevadas. De lo contrario, el líquido se mueve como un remolino que gira alrededor del tanque, con velocidad elevada pero con poco efecto de mezcla. (McCabe, 1981:245)

Figura No. 5(a) hélice marina de tres palas; (b) turbina abierta de palas rectas; (c) turbina de disco con palas (d) turbina abierta de palas curvas.



(Fuente: McCabe, 1981:245)

3. Agitadores de turbina. La mayor parte de los agitadores de turbina se asemejan a los agitadores de paletas múltiples y paletas cortas, que giran con velocidades elevadas sobre un eje que va montado centralmente dentro del tanque. Las paletas pueden ser rectas o curva, inclinadas o verticales. El rodete puede ser abierto, semicerrado o cerrado. El diámetro del rodete es menor que en el caso de los agitadores de paleta, siendo del orden del 30 al 50% del diámetro del tanque. Los agitadores de turbina son eficaces para un amplio intervalo de viscosidades; en líquidos poco viscosos, producen corrientes intensas, que se extienden por todo el tanque y destruyen las masas de líquido estancado. Cerca del rodete, existe una zona de corrientes rápidas, de alta turbulencia e intensos esfuerzos cortantes. Las corrientes principales son radiales y tangenciales. Los componentes tangenciales dan lugar a vórtices y torbellinos, que se deben evitar por medio de placas deflectoras o un anillo difusor, con el fin que el rodete sea más eficaz. (McCabe, 1981:245)

El agitador de turbina semiabierto, conocido como agitador de disco con aletas, se emplea para dispersar o disolver un gas en un líquido. El gas entra por la parte inferior del eje del rodete; las aletas lanzan las burbujas grandes y las rompen en muchas pequeñas, con lo cual se aumenta grandemente el área interfacial entre el gas y el líquido. A veces se dirige el gas hacia abajo del eje del rodete, las aletas lanzan las burbujas grandes y las rompen en muchas pequeñas, con lo cual se aumenta grandemente el área interfacial entre el gas y el líquido. A veces se dirige el gas hacia abajo del eje del rodete, aunque resulta menos eficaz que tomarlo desde abajo; o puede formarse intencionadamente un vórtice, que dirija el gas desde el espacio situado por encima del líquido hacia la zona de mezcla. (McCabe, 1981:246)

D. Modelos de flujo en tanques agitados:

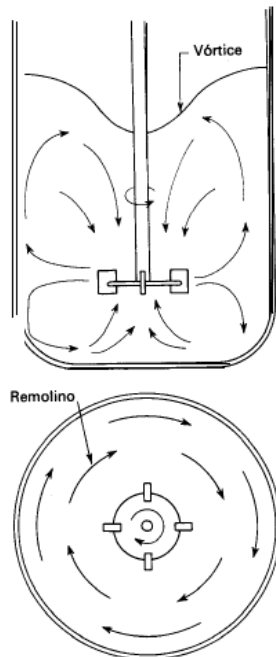
Para el caso de corriente de un eje vertical, las componentes radial y tangencial están en un plano horizontal y la componente longitudinal es vertical. Las componentes radial y longitudinal son útiles por cuanto dan lugar al flujo necesario para que se produzca la mezcla. Cuando el eje es vertical y está dispuesto en el centro del tanque, la componente tangencial de velocidad es generalmente perjudicial para la mezcla. El flujo tangencial de velocidad es generalmente perjudicial para la mezcla. Este sigue una trayectoria circular alrededor del eje y crea un vórtice en la superficie del líquido que debido a la circulación en flujo laminar, da lugar a una estratificación permanente en diferentes niveles de sustancias sin mezclar. (McCabe, 1981:246)

Si están presentes partículas sólidas, las corrientes circulatorias tienden a lanzar las partículas contra la pared del tanque, debido a la fuerza centrífuga, desde donde caen acumulándose en la parte central del fondo del tanque. Por consiguiente, en vez de mezcla, se produce la acción contraria, o sea, concentración. En el flujo circulatorio, el líquido fluye según la dirección del movimiento de las palas del rodete, y por consiguiente, disminuye la velocidad relativa que existe entre las palas y el líquido, con lo cual se limita la potencia que puede ser absorbida por el líquido. En un tanque sin placas deflectoras, el flujo circulatorio es inducido por todos los tipos de rodete, tanto si el flujo es axial como radial. En efecto, si los remolinos son intensos, el tipo de flujo dentro del tanque es esencialmente el mismo, independientemente del diseño del rodete. Para velocidades elevadas del giro del rodete. La profundidad del vórtice puede ser tan grande como el rodete mismo, dando lugar a que en el líquido se introduzca el gas que está encima de él, lo cual normalmente debe evitarse. (McCabe, 1981:246)

E. Prevención de flujo circulatorio:

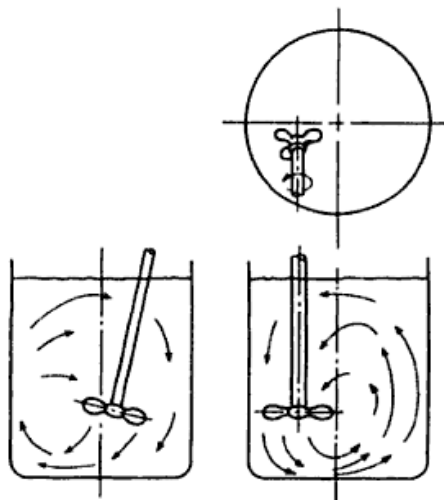
Existen varias formas de evitar remolinos, el flujo circulatorio y los remolinos, pueden evitarse por medio de tres métodos distintos: en tanques pequeños se dispone el rodete separado del centro del tanque, el eje se mueve así alejado de la línea que pasa por el centro del tanque, inclinándose después según un plano perpendicular a la dirección del movimiento. En los tanques de mayor tamaño, el agitador puede montarse en la parte lateral del tanque, con el eje en un plano horizontal, pero formando un cierto ángulo con el radio. (McCabe, 1981:246)

Figura No. 6 Formación de vórtice y tipo de flujo en un tanque agitado



(Fuente: McCabe, 1981:247)

Figura No. 7 Agitador no centrado



(Fuente: McCabe, 1981: 247)

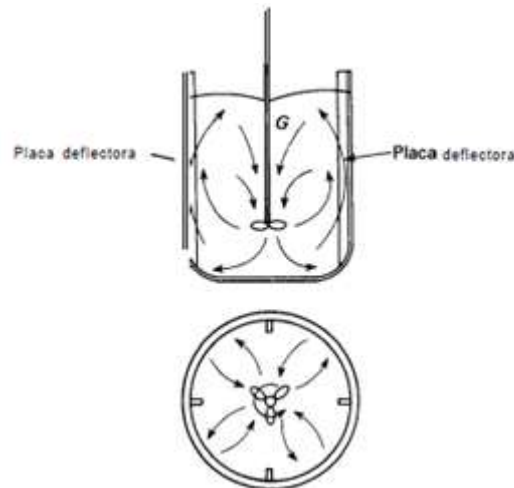
F. Placas deflectoras:

En los tanques de gran tamaño, con agitadores verticales, el método más conveniente de reducir los remolinos es instalar placas deflectoras, que impiden el flujo rotacional sin afectar al flujo radial y longitudinal. Un método sencillo y eficaz de destruir los remolinos, es instalando placas verticales perpendiculares llamadas placas deflectoras. Excepto en tanques muy grandes, son suficientes cuatro placas deflectoras, para evitar los remolinos y la formación de vórtice. Para agitadores de turbina, la anchura de la placa deflectora no es preciso que sea mayor de la doceava parte del diámetro del tanque; para agitadores de hélice basta con un octavo. Cuando el rodete entra al tanque lateralmente, está inclinado, o desplazado del centro, no son necesarias placas deflectoras. (McCabe, 1981: 249)

G. Elección del mejor agitador:

Una vez que el flujo circulatorio ha cesado, el modelo específico de flujo en el tanque depende del tipo de rodete. Los agitadores de hélice generalmente dirigen el líquido hacia el fondo del tanque, donde la corriente se esparce radialmente en todas las direcciones hacia la pared, asciende a lo largo de la pared y retorna desde la parte superior hasta el punto de succión del rodete.

Figura No. 8 Modelo de flujo en un tanque con placas deflectoras y un agitador de turbina instalado centralmente

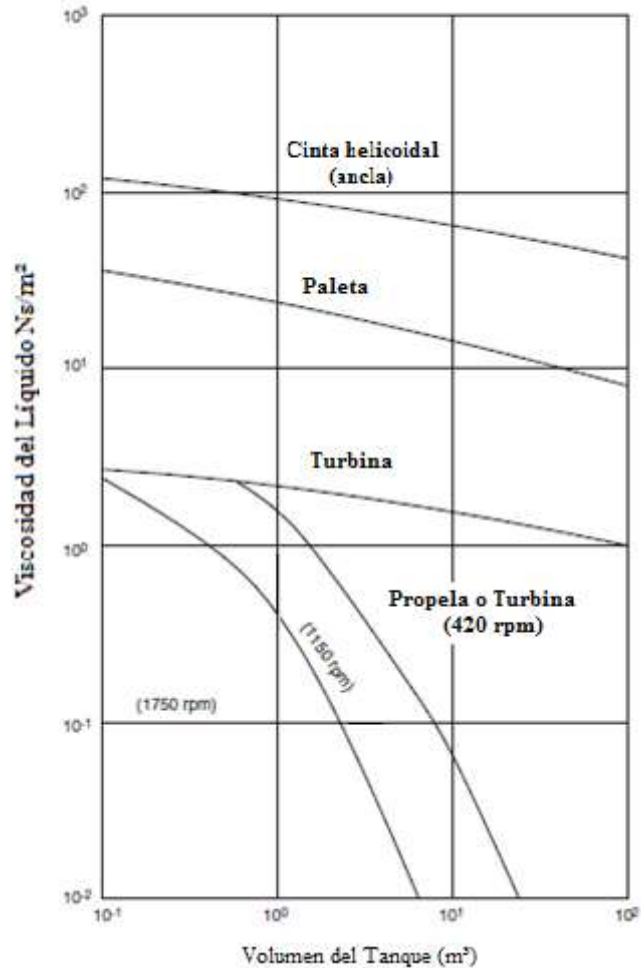


(Fuente: McCabe 1981:249)

Se utilizan agitadores de hélice cuando se desean fuertes corrientes verticales, por ejemplo, cuando han de mantenerse partículas sólidas en suspensión. No se utilizan cuando la viscosidad del líquido es superior a aproximadamente 50 P. Con el fin de obtener un fuerte flujo axial para la suspensión de sólidos también se utilizan turbinas con una inclinación de las placas de 45°. Los agitadores de palas y las turbinas de placas planas producen un buen flujo radial en el plano del rodete, dividiendo el flujo hacia la pared para formar dos modelos distintos de circulación, una parte fluye hacia abajo a lo largo de la pared y retorna hacia el centro del rodete desde el fondo, mientras que otra asciende hacia la superficie y retorna al rodete desde la parte superior. En un tanque sin placas deflectoras hay un fuerte flujo tangencial así como formación de vórtices para moderadas velocidades de giro del agitador. Cuando se instalan placas deflectoras, aumenta el flujo vertical y se produce una mezcla más rápida del líquido. (McCabe, 1981:249)

La elección del mejor agitador, para una aplicación en particular va a depender del tipo de mezcla que se requiera, la capacidad del tanque, las propiedades del fluido, y en especial de la viscosidad. Para realizar un selección preliminar del tipo de agitador que se debe utilizar basado en la viscosidad del fluido y el volumen del tanque. (Coulson, 2004:470).

Figura No. 9 Guía para la selección de agitadores



(Fuente: Coulson, 2004:472)

H. Diseño estándar de un tanque agitado

El diseñador de un tanque agitado dispone de un gran número, de elecciones sobre el tipo y localización del agitador, las proporciones del tanque, el número y dimensiones de las placas deflectoras, etc. Cada una de estas decisiones afecta a la velocidad de circulación del líquido, los modelos de velocidad y el consumo de potencia. Como punto de partida en el diseño de los problemas ordinarios de agitación, generalmente se utiliza un agitador de turbina donde las proporciones típicas son: (McCabe, 1981: 251)

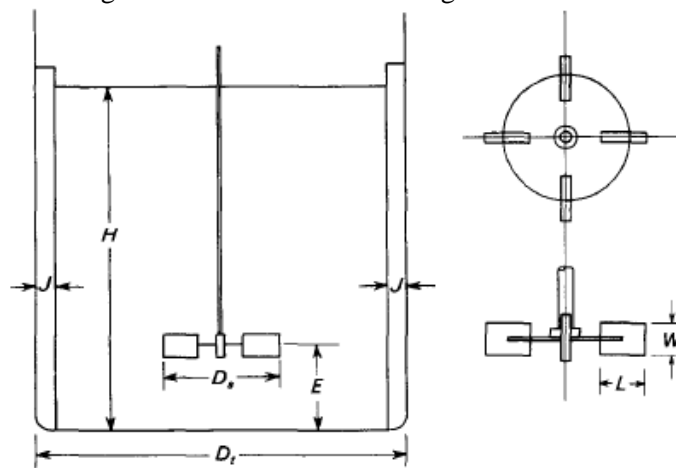
$$\frac{D_a}{D_t} = \frac{1}{3}; \quad \frac{H}{D_t} = 1; \quad \frac{J}{D_t} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{E}{D_a} = 1; \quad \frac{W}{D_a} = \frac{1}{5}; \quad \frac{L}{D_a} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{D_a}{D_t} = \frac{1}{6} \text{ (Geankoplis, 1998: 162)}$$

El número de placas deflectoras es generalmente de 4; el número de palas del agitador varía entre 4 y 16, pero generalmente es de 6 u 8. Situaciones especiales pueden, por supuesto, aconsejar proporciones diferentes de las que se acaban de indicar; por ejemplo, puede resultar ventajoso colocar el agitador más alto o más bajo en el tanque o bien puede ser necesario utilizar un tanque más profundo para alcanzar el resultado apetecido. Las proporciones estándar son ampliamente aceptadas y en ellas se basan muchas de las correlaciones publicadas sobre el funcionamiento de agitadores. (McCabe, 1981:251)

Figura No. 10 Medidas de un agitador de turbina



(Fuente: McCabe, 1981:251)

I. Circulación, velocidades y consumo de potencia en tanques agitados

La turbulencia es una consecuencia de que las corrientes estén adecuadamente dirigidas y de que se generen grandes gradientes de velocidad en el líquido. Tanto la circulación como la generación de turbulencia consumen energía. Algunos problemas de agitación requieren grandes flujos o elevadas velocidades medias, mientras que otros necesitan una elevada turbulencia o disipación local de potencia. Aun cuando tanto la velocidad de flujo como la disipación de potencia aumentan con la velocidad del agitador, la selección del tipo y tamaño del agitador influyen sobre los valores relativos de la velocidad de flujo y la disipación de potencia. En general, se utilizan grandes agitadores que se mueven a velocidades medias para promover el flujo, y agitadores más pequeños a velocidad elevada cuando lo que se requiere es una elevada turbulencia interna. (McCabe, 1981:252)

J. Consumo de potencia del agitador

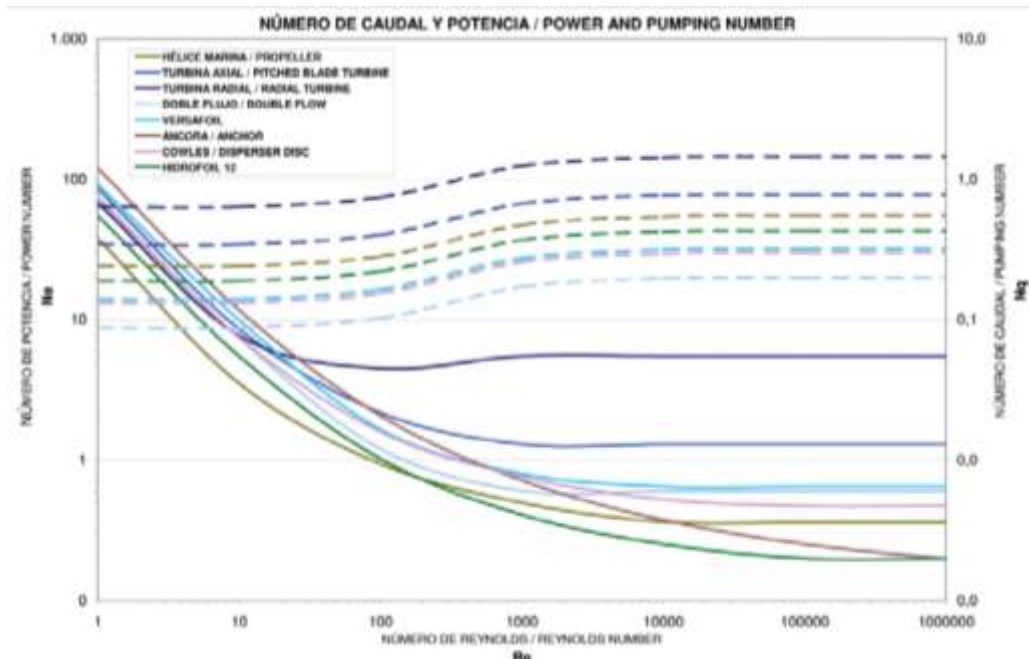
Un factor trascendental en el diseño de un recipiente de agitación es la potencia necesaria para mover el impulsor. Puesto que la potencia requerida para un sistema dado no puede predecirse teóricamente, se tienen correlaciones empíricas para estimar los requerimientos de potencia. La presencia o ausencia de turbulencia puede correlacionarse con el número de Reynolds del impulsor N_{Re} que se define como (Geankoplis, 1998: 164)

$$N_{Re} = \frac{D_a^2 N \rho}{\mu}$$

Donde D_a es el diámetro del impulsor (agitador) en m, N es la velocidad de rotación en rev/s, ρ es la densidad del fluido en kg/m^3 y μ la viscosidad en $\text{kg/m}\cdot\text{s}$. el flujo es laminar en el tanque cuando $N_{Re} < 10$, turbulento cuando $N_{Re} > 10000$ y para un intervalo de 10 a 10000, el flujo es de transición, mostrándose turbulento en el impulsor y laminar en las partes más recónditas del recipiente. El consumo de potencia se relaciona con la densidad del fluido, su viscosidad la velocidad de rotación, el diámetro del impulsor, por medio de gráficas de número de potencia en función de Reynolds el número de potencia N_p es, (Geankoplis, 1998: 164)

$$N_p = \frac{P}{\rho N^3 D_a^5} \quad (\text{SI})$$

Figura No. 11 Número de potencia para agitador tipo Cowless, hélice y turbina



K. Goma xantan

Los polisacáridos se utilizan como estabilizadores y espesantes. La goma xantan tiene muchas aplicaciones en muchas industrias. Ya que no presenta ningún tipo de toxicidad este es muy utilizada en el industria alimenticia. La goma xantan presenta altas viscosidades a bajas concentraciones, esta es una goma biosintética, de polvo de color blanco o amarillo pálido, toma la maicena como la principal materia prima. La estructura molecular de la goma xantan determina sus características especiales de espesamiento, suspensión, resistencia a la sal, temperatura y ácido. Las características de la goma xantan son:

- Alta viscosidad y solubilidad en agua destacadas. La viscosidad del 1% de disolución acuosa de goma xantan es 100 veces más que la viscosidad de disolución de gelatina de la misma densidad.
- La goma xantan puede mantener su comportamiento de 18-120°C y pH de 2- 12.
- La goma xantan tiene buena compatibilidad. Y puede formar un sistema de espesamiento estable. (Kelco, 2008:7)

L. Goma guar

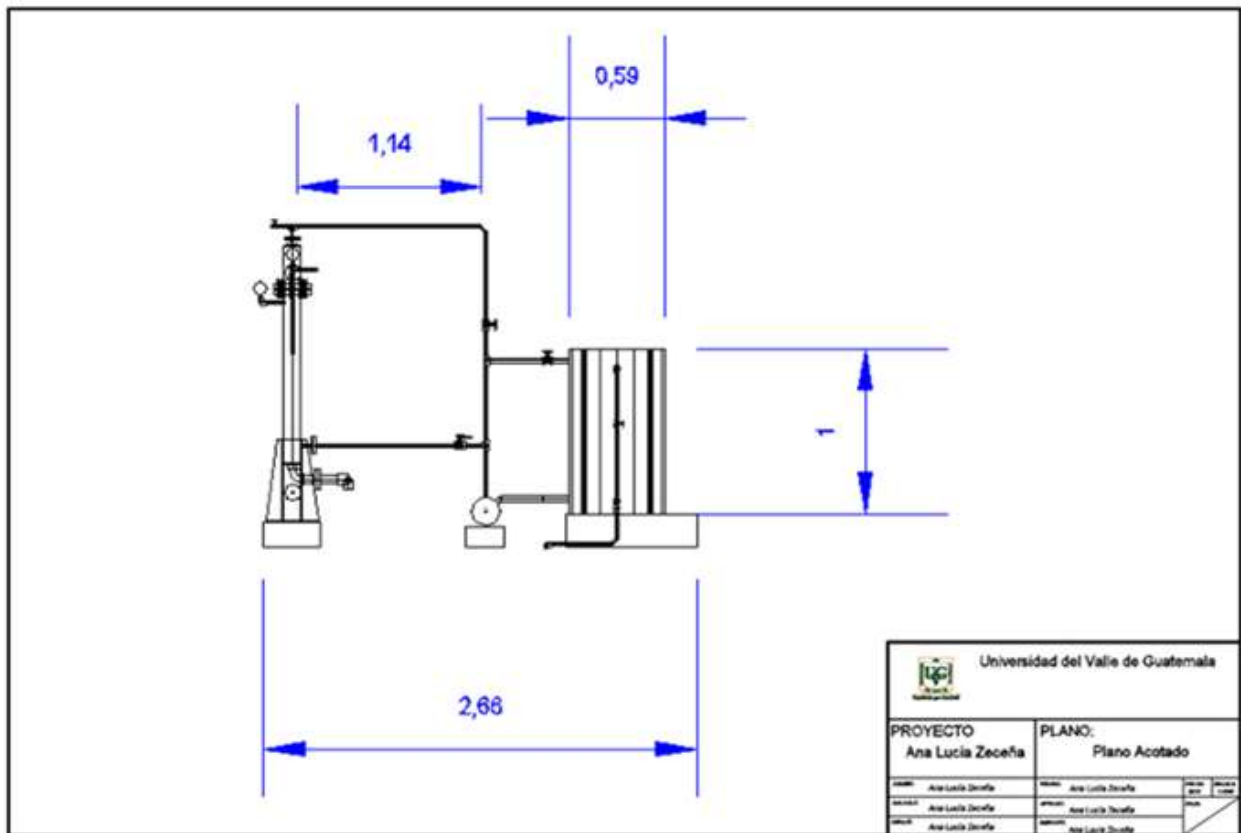
Procede del endosperma de las semillas de guar, planta que crece principalmente en India y Pakistán, pertenece a la familia de las leguminosas. La goma guar es un galactomano que consiste en una cadena de manosa ramificada son unidades de galactosa en proporción 2:1 estas ramificaciones permiten la separación de las cadenas principales y, por consiguiente, su hidratación. Como consecuencia de su elevada afinidad con el agua, la goma guar proporciona una altísima viscosidad en sistemas acuosos o lácticos, incluso en dosis bajas. (Monferrer, 2002:133)

La goma guar se usa principalmente como agente espesante con viscosidad en función de la temperatura. Puede usarse en una amplia gama de productos, ya que permanece estable en un rango de pH entre 3-11. Presenta la ventaja de ser soluble en frío. Al calentarse, si los tratamientos térmicos son fuertes, pierde en parte su viscosidad. Es poco sensible a los efectos mecánicos y tiene buena resistencia los ciclos de congelación-descongelación. Presenta muy buena estabilidad cuando los productos se almacenan a temperatura ambiente. (Monferrer, 2002:134)

III. Antecedentes

Como se puede observar en el plano, antes de realizar las modificaciones al equipo el equipo constaba de un filtro candela marca Mott modelo 820436-1-2 1/2-0.5. Por dentro tenía un cartucho de 5 micrones el cual no era el original. Este cartucho se encontraba saturado de tierra diatomea debido a prácticas realizadas anteriormente. La solución a filtrar se encontraba en el tanque de 0.3 m³ y esta era conducida por medio de una bomba aurora la cual tiene la característica de trabajar a presiones elevadas. Esta bomba necesitaba reparaciones y el motor debía cambiarse ya que no funcionaba correctamente. El sistema de tuberías poseen una recirculación para obtener mejores filtrados. El sistema tenía en total 7 válvulas dos de bola y cinco de globo.

Figura No. 12 Sistema de filtración antes de realizar las modificaciones.



IV. Justificación

En el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Universidad del Valle de Guatemala no se cuenta con un sistema que muestre la importancia del mezclado correcto de sustancias según se aprendió en el curso de flujo de fluidos. Esto es importante pues en todas las industrias es necesario trabajar con tanques de mezclado para las diferentes soluciones con las que se trabajan.

Por lo tanto, se decidió modificar un sistema ya existente en el laboratorio el cual constaba de un tanque con capacidad de 1 m³, y un filtro de candela de 5 micrones con sus respectivas tuberías que conectaban el tanque al filtro. De igual forma se construyó y adaptó un nuevo filtro ya que el que se tenía se encontraba saturado.

V. Objetivos

A. *Objetivos generales:*

- Diseñar un equipo de mezclado y agitación evaluando su eficacia con un sistema líquido.

B. *Objetivos específicos:*

- Diseñar un arreglo de placas deflectoras removibles dentro del tanque para analizar los efectos de estas en el mezclado de sustancias líquidas, realizando mediciones de viscosidad y eficacia de mezclado.
- Diseñar tres tipos diferentes de agitadores removibles para determinar el efecto de estos según el fluido utilizado.
- Calcular la potencia teórica del sistema utilizando el número de Reynolds y el número de potencia del sistema con los 3 tipos de agitadores.
- Evaluar el sistema usando los diferentes agitadores y placas en un proceso de hidratación de gomas
- Realizar el diseño de una práctica de laboratorio de agitación y mezclado para los estudiantes de Ingeniería Química de la Universidad del Valle de Guatemala.
- Realizar un análisis de costos para el montaje del sistema y determinar el costo por práctica de laboratorio a realizar.

VI. Problema a resolver

En el Laboratorio de Operaciones Unitarias se tenía un sistema de filtración el cual contaba de un tanque y un filtro de candela. Este sistema eliminaba las impurezas del líquido que se estuviera trabajando. También tenía un sistema de tuberías que permitían la recirculación de una cantidad de filtrado. Se determinó que el líquido que se va a filtrar en varias ocasiones contenía sólidos suspendidos, estos sólidos tienden a sedimentarse por lo que era necesario diseñar un sistema de mezclado y agitación.

Para el sistema de agitación y mezclado, se diseñó una base para el motor y el eje. Esta base tenía que ser capaz de elevar el agitador con todo y el motor por lo que se le colocó un contra peso y de esta forma poder movilizar el agitador de arriba hacia abajo. También se diseñaron tres tipos diferentes de agitadores (hélice, dispersor y aspas) para evaluar el efecto en el mezclado con cada uno de ellos.

VII. Metodología

- A. Evaluación del equipo existente (tanque y filtro): Se tenía un sistema ya construido que constaba de un filtro de candela, una bomba aurora y un tanque. Se evaluó si el equipo funcionaba correctamente, al probar la bomba se observó que esta no funcionaba correctamente por lo que se envió a hacer servicio. Esta es una bomba aurora la cual trabaja con presión. También se notó que el filtro candela se encontraba saturado por lo que se sustituyó el cartucho interno por otro de cinco micrones. Todas las tuberías se limpiaron y pintaron.
- B. Diseño del sistema: Se realizó un diseño con base a cálculos y luego un plano del sistema propuesto en Autocad.
- C. Análisis de costos: Se llevó a cabo un análisis de los materiales que se deben utilizar y cuál es el costo de los mismos. Se hizo un análisis de la inversión que se debe hacer para poder construir el sistema.
- D. Fabricación: Se realizaron todas las modificaciones y el diseño antes planteado del tanque con las placas deflectoras tanto como la base con los diferentes tipos de agitadores que se van a utilizar. Para las placas deflectoras se utilizó acero carbón, se colocó una hembra de 2 pulgadas como base de todas las placas y se hicieron 4 placas de 0.05m (2 plg.), y 4 placas de 0.1m (4 plg.) ya que el diámetro del tanque no permitía utilizar mayores.
- E. Utilización de goma Xantan: Se utilizó un porcentaje de goma Xantan ya que ésta tiene las propiedades de aumentar la viscosidad del líquido con el que se esté mezclando, no necesita calor para activar sus propiedades y su costo es bajo.
- F. Pruebas: Se hicieron las pruebas necesarias de viscosidad para comprobar que el sistema si cumple con el fin de mostrar la importancia de la utilización de placas deflectoras y el tipo correcto de agitador. De igual forma se demostraron los principios de flujo de fluidos en tanques agitadores. Se utilizó Goma Xantan, el viscosímetro de copa y un cronómetro para las mediciones de las muestras.

G. Práctica: Se diseñó una práctica de laboratorio donde los estudiantes realicen pruebas de viscosidad en ciertos tiempos y de esta forma comprobar la eficacia de cada uno de los agitadores, el consumo de energía y la eficiencia de colocar placas deflectores.

VIII. Cronograma

Tabla No. 1 Cronograma de la realización del Trabajo de Graduación.

Metodología	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.
Diseño del sistema	■					
Análisis de costos	■					
Fabricación	■	■	■			
Pruebas				■	■	■

IX. Resultados

A. Diseño del equipo:

Tabla No. 2 Diseño del agitador de paleta

Agitador de paleta	
Material	Acero Inoxidable
Diámetro interno (m)	0.02
Diámetro externo (m)	0.03
Altura de paletas (m)	0.035
Número de paletas	2
Largo de paletas (m)	0.095



Tabla No. 3 Diseño del agitador de hélice

Agitador de hélice	
Material	Acero Inoxidable
Diámetro interno (m)	0.02
Diámetro externo (m)	0.03
Número de aspas	3
Ángulo de aspa No.1	18.19 ⁰
Ángulo de aspa No.2	17.04 ⁰
Ángulo de aspa No. 3	14.78 ⁰
Diámetro de agitador (m)	0.18



Tabla No. 4 Diseño del agitador de disco dentado

Agitador de disco dentado	
Material	Acero Inoxidable
Diámetro interno (m)	0.02
Diámetro externo (m)	0.03
No. de dientes	24
Altura de diente (m)	0.016
Ancho de diente (m)	0.02
Angulo de diente	90 ⁰
Diámetro de agitador (m)	0.18



Tabla No. 5 Diseño del eje agitador

Eje del agitador	
Material	Acero inoxidable
Diámetro (m)	0.02
Largo (m)	0.9

Tabla No. 6 Diseño de las placas deflectoras


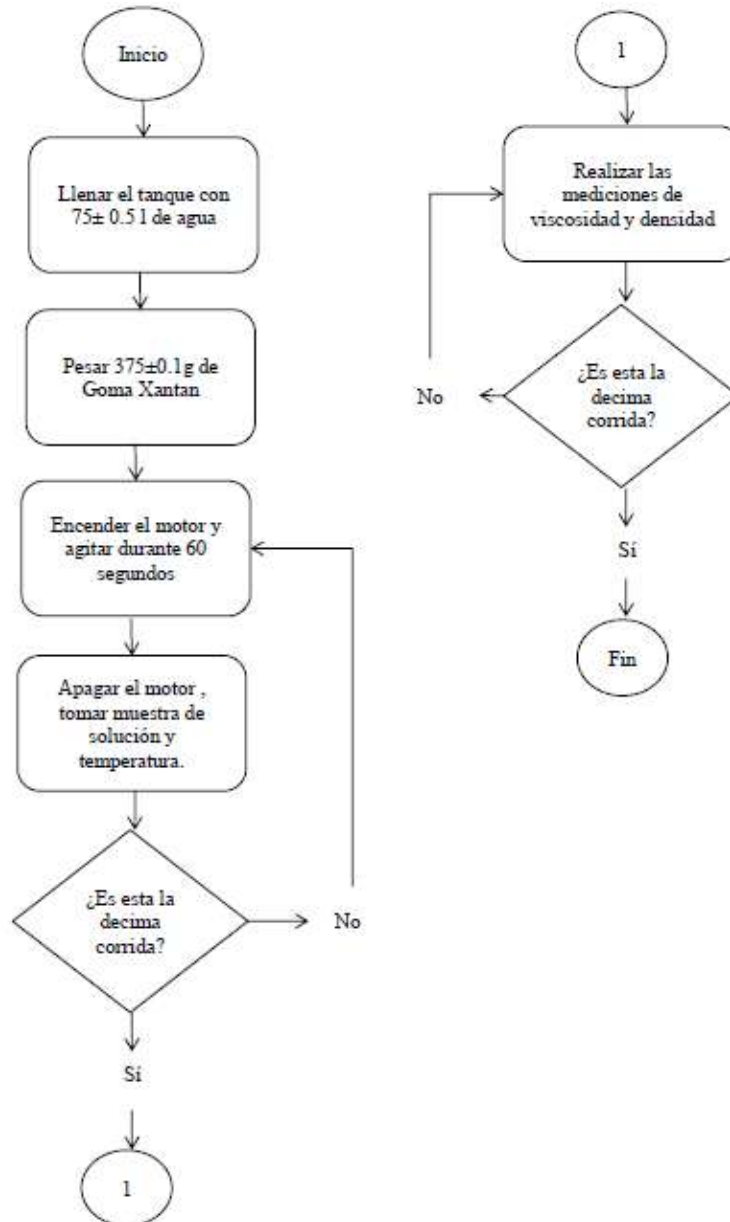
Placas deflectoras		
Material	Acero carbón	
Largo	1 metro	
Ancho (4 piezas de c/u)	0.05m (2plg.) y 0.1m (4plg.)	

Tabla No. 7 Potencia teórica del motor según el tipo de agitador

Agitador	Potencia
Paleta	355.45 J/s (0.47hp)
Hélice	427.33 J/s (0.57hp)
Disco	1605.52J/s (2.15hp)

B. Diseño de práctica de laboratorio:

Figura No. 13 Diagrama de Proceso para la realización de la práctica



C. Planos:

Figura No. 14 Plano acotado del Sistema de Agitación

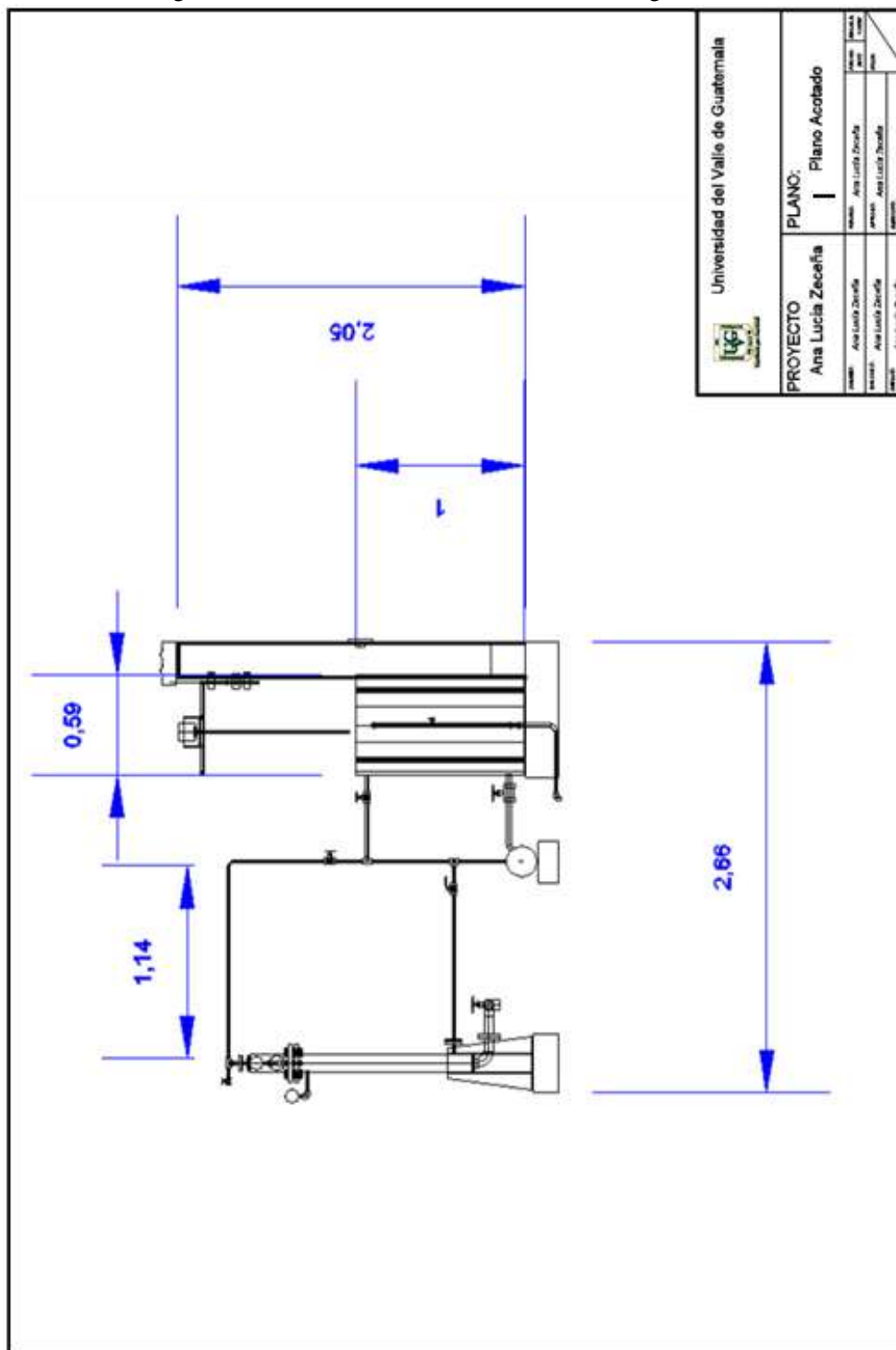
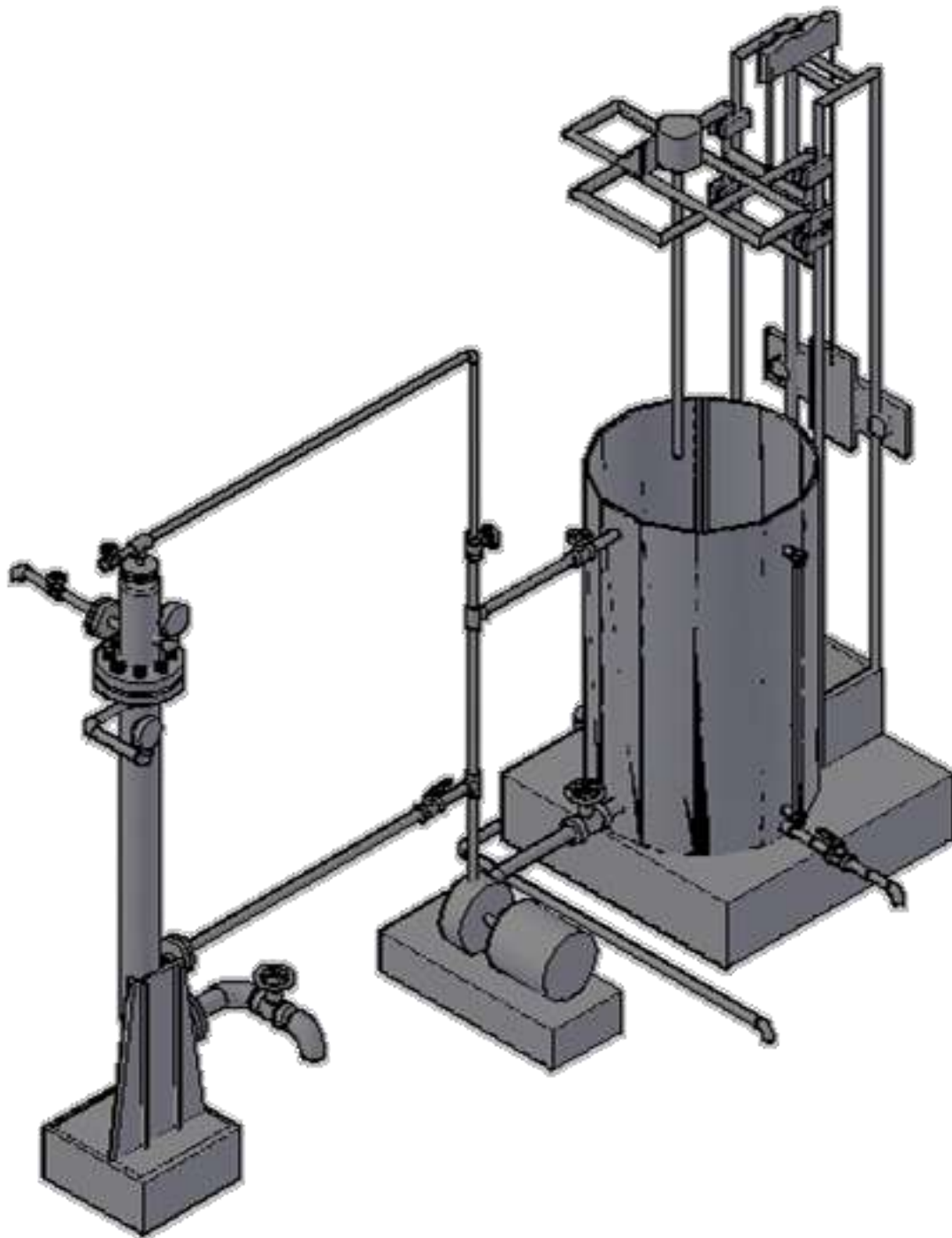
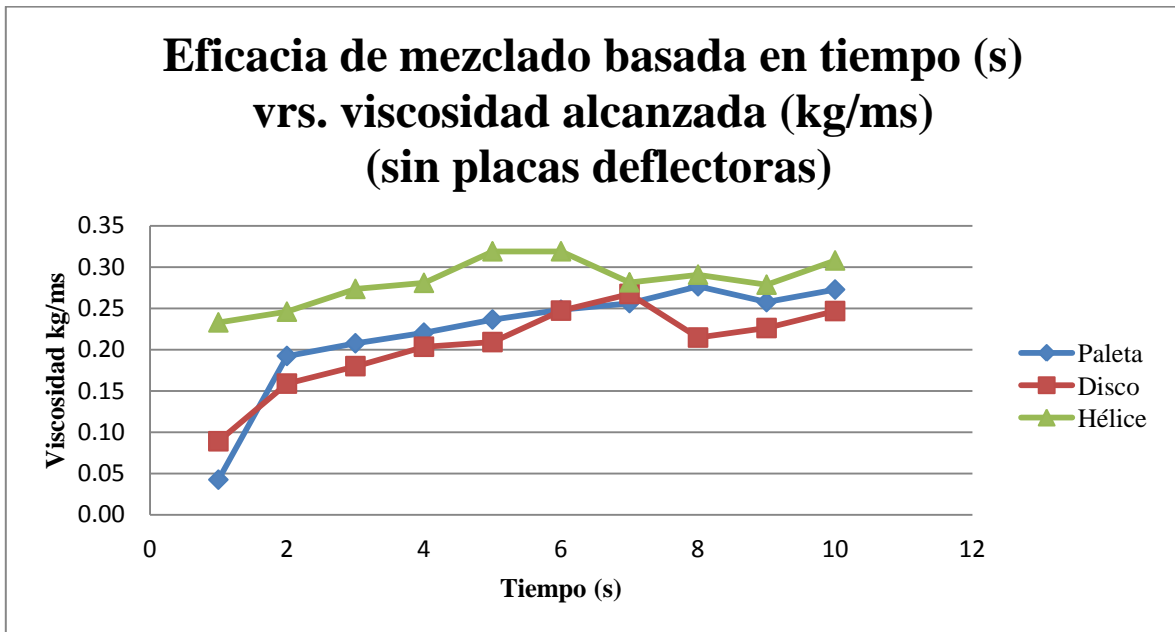


Figura No. 15 Esquema isométrico del Sistema de Agitación



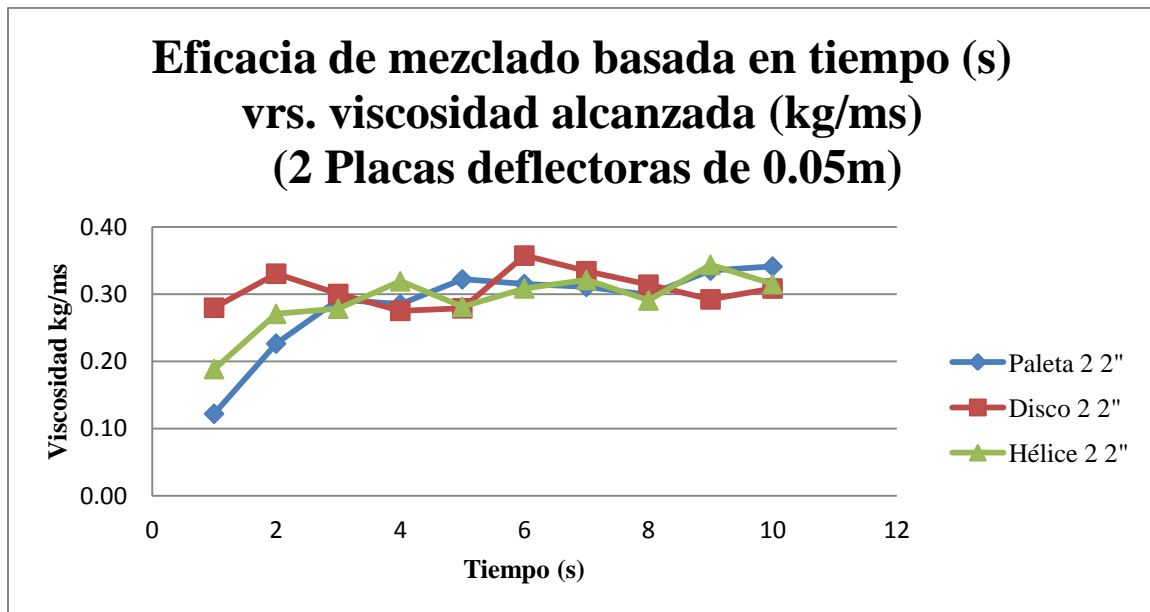
D. Resultados de la práctica

Gráfica No. 1 Comparación de viscosidades alcanzadas con agitador de paleta, disco y hélice



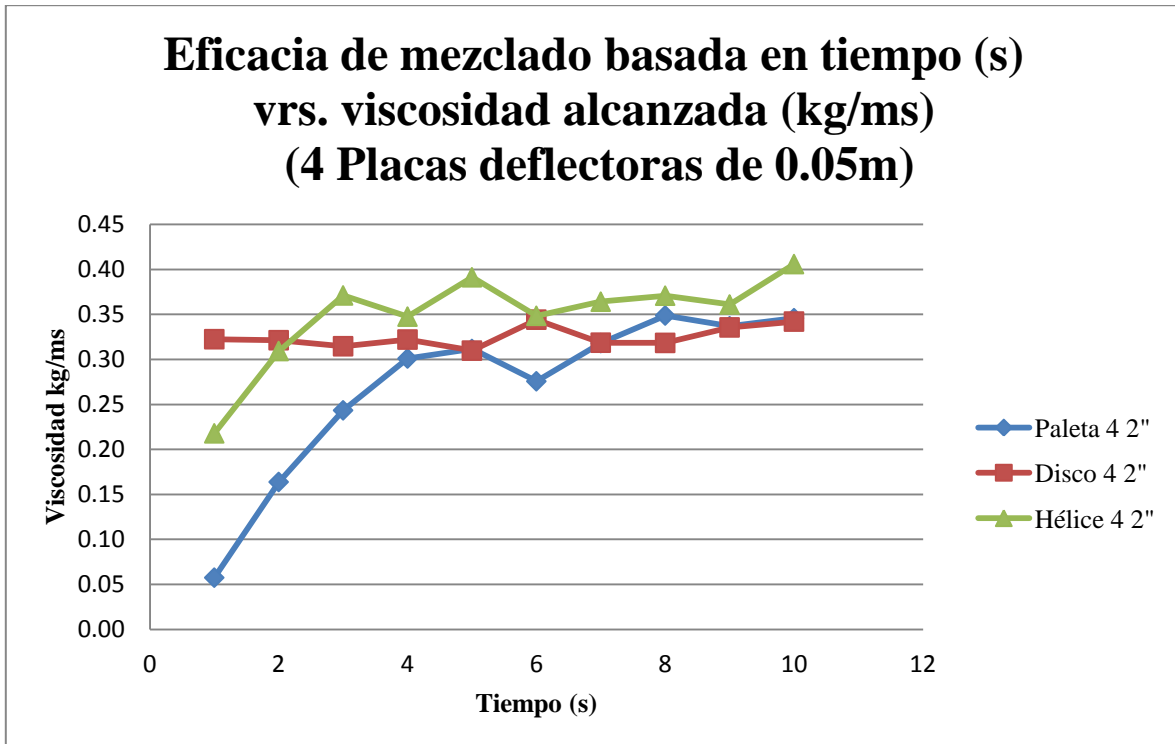
- La temperatura aproximada a la que se realizaron las pruebas fue de 22°C
 - Se trabajó con un sistema de goma xantan-agua

Gráfica No. 2 Comparación de viscosidades alcanzadas con agitador de paleta, disco y hélice utilizando 2 placas deflectoras de 0.05 m.



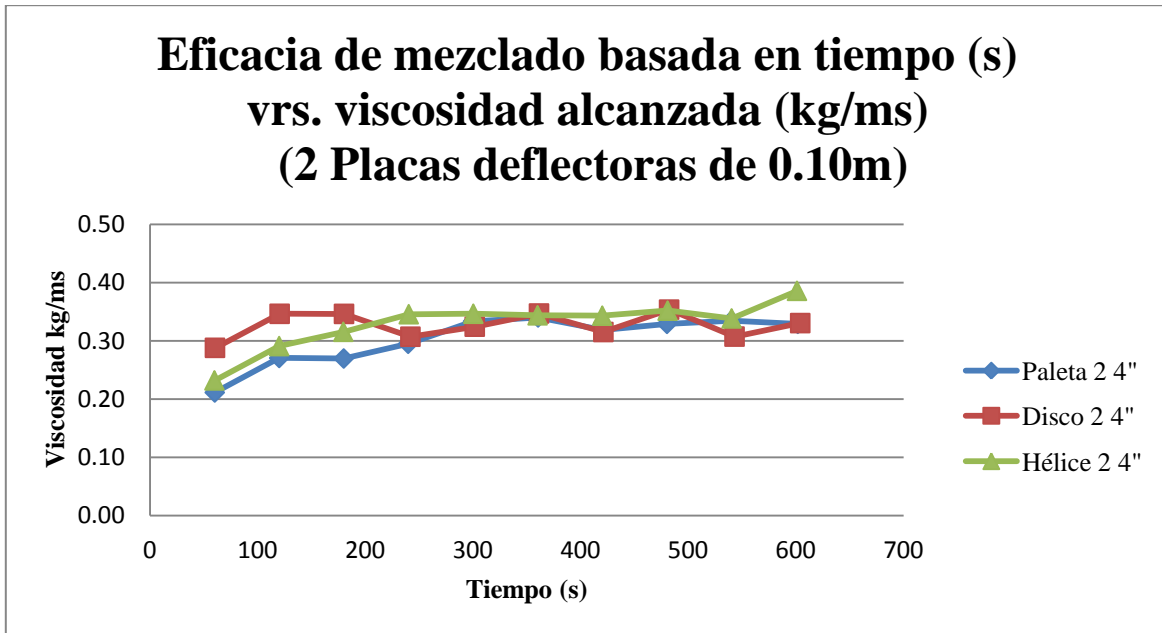
- La temperatura aproximada a la que se realizaron las pruebas fue de 22°C
 - Se trabajó con un sistema de goma xantan-agua

Gráfica No. 3 Comparación de viscosidades alcanzadas con agitador de paleta, disco y hélice utilizando 4 placas deflectoras de 0.05 m.



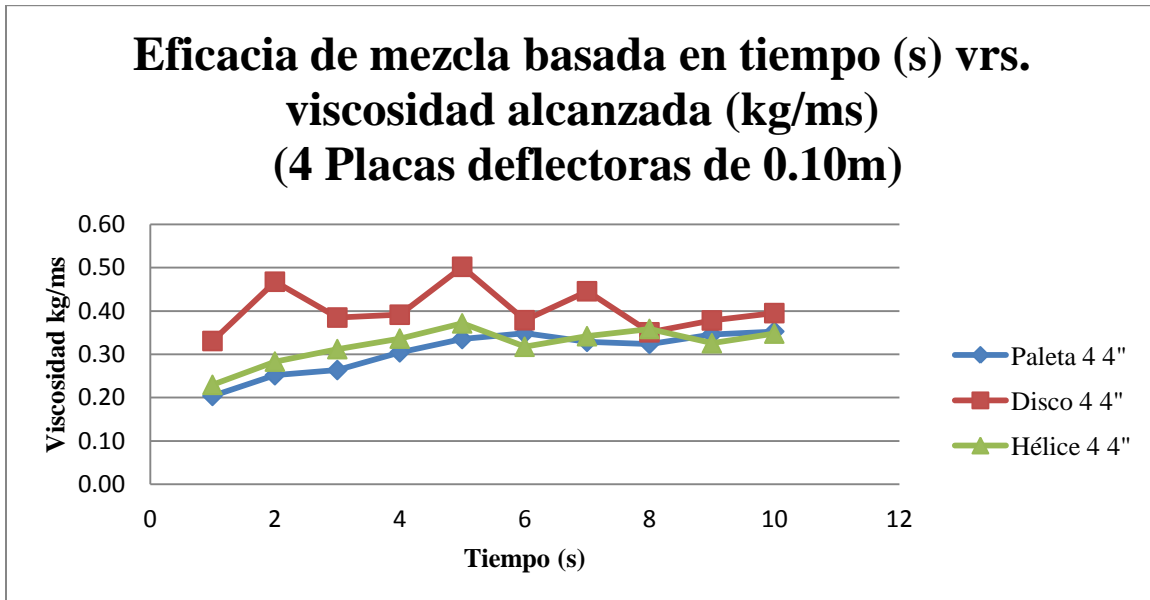
- La temperatura aproximada a la que se realizaron las pruebas fue de 22°C
 - Se trabajó con un sistema de goma xantan-agua

Gráfica No. 4 Comparación de viscosidades alcanzadas con agitador de paleta, disco y hélice utilizando 2 placas deflectoras de 0.1 m



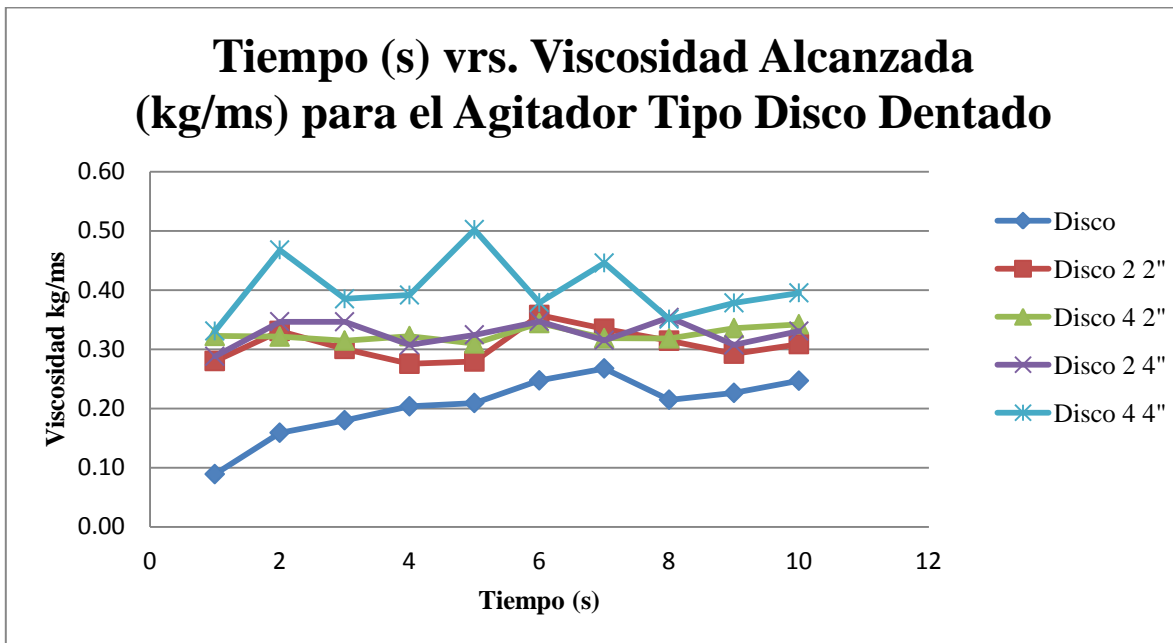
- La temperatura aproximada a la que se realizaron las pruebas fue de 22°C
 - Se trabajó con un sistema de goma xantan-agua

Gráfica No. 5 Comparación de viscosidades alcanzadas con agitador de paleta, disco y hélice utilizando 4 placas deflectoras de 0.1 m



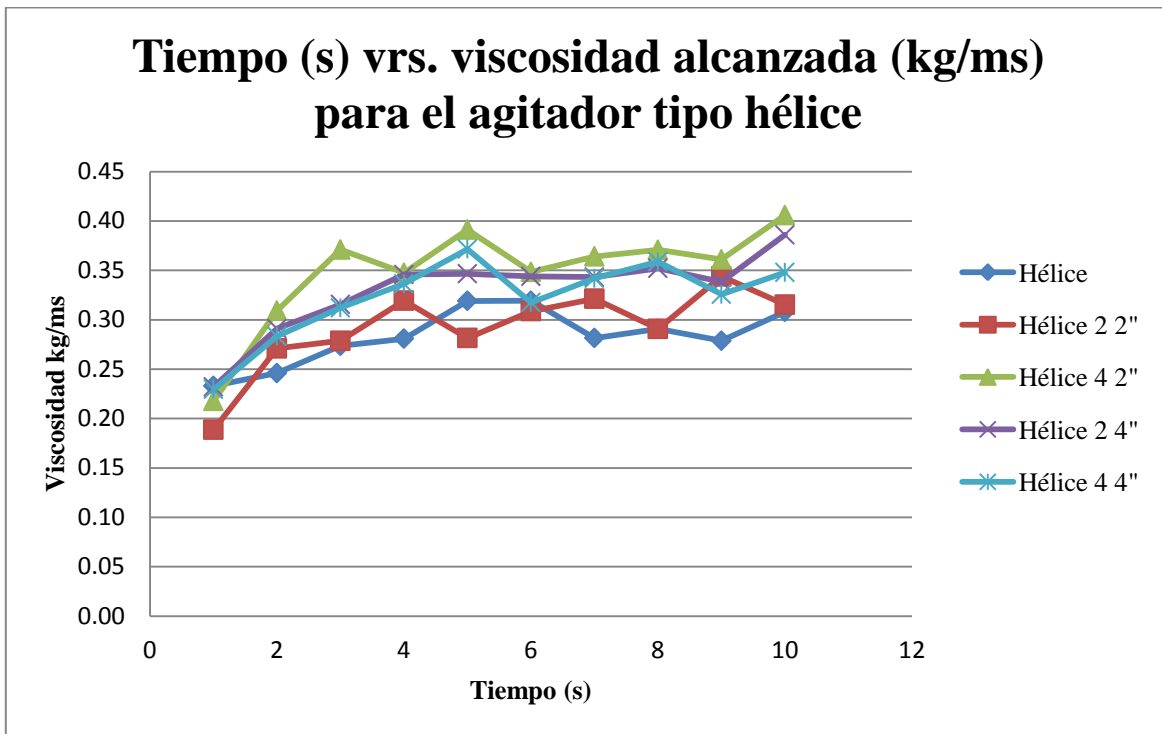
- La temperatura aproximada a la que se realizaron las pruebas fue de 22°C
 - Se trabajó con un sistema de goma xantan-agua

Gráfica No. 6 Comparación entre las viscosidades alcanzadas con el agitador de disco dentado



- La temperatura aproximada a la que se realizaron las pruebas fue de 22°C
 - Se trabajó con un sistema de goma xantan-agua

Gráfica No. 7 Comparación entre las viscosidades alcanzadas con el agitador de hélice



Gráfica No. 8 Comparación entre las viscosidades alcanzadas con el agitador de paleta

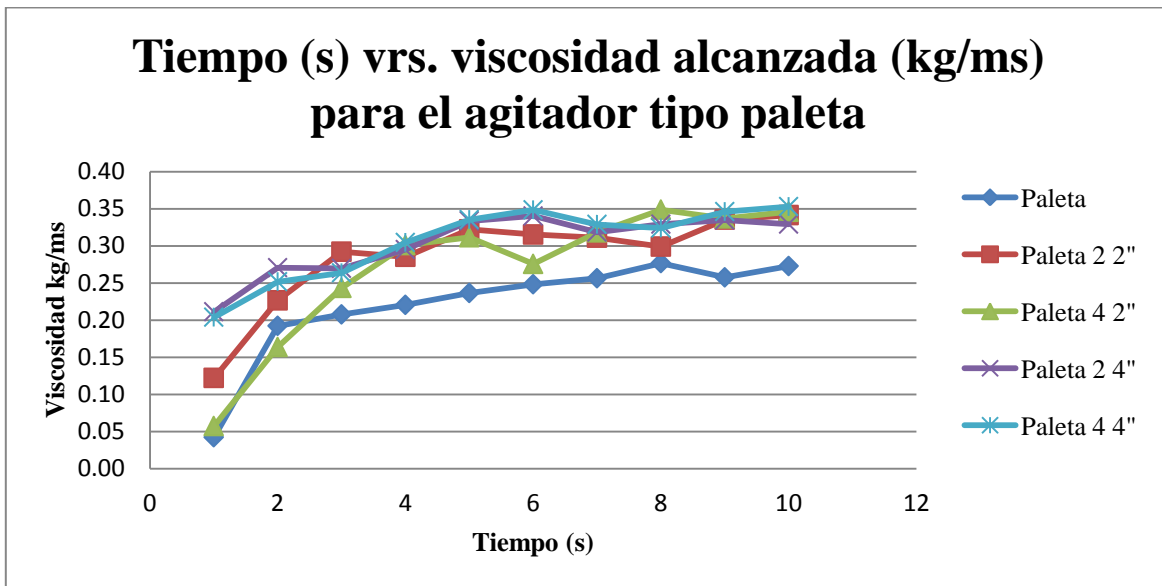


Tabla No. 8 Costos de la realización de la práctica

Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Costo
Energía (kw*h)	Q 1.67	--	Q 36.02
Goma Xantan (kg)	Q 52.00	7	Q 364.00
Agua (m3)	Q 5.60	1.125	Q 6.30
Total			Q 406.32

La energía consumida es el total consumido con los tres tipos de agitadores utilizando 2 y 4 placas de 0.1 y 0.05 metros de ancho.

Tabla No. 9 Costos del diseño y montaje de sistema de agitación

Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Costo
Eje, hélice, disco dentado y paleta	Q 3,800.00	1	Q 3,800.00
Elevador con contrapeso	Q 9,300.00	1	Q 9,300.00
Hierro plano de 6m (0.05m)	Q 87.55	5	Q 437.75
Hierro tipo plano de 6m (0.1m)	Q 231.40	1	Q 231.40
Masilla 3.78l (1 gal)	Q 150.00	1	Q 150.00
Pintura epóxica	Q 426.00	1	Q 426.00
Catalizador	Q 368.50	1	Q 368.50
Solvente epóxico	Q 173.88	1	Q 173.88
Horas hombre invertidas	Q 2.98	720 horas	Q 2,142.00
Total			Q 17,029.53

X. Discusión de resultados

A. Discusión del diseño:

Como cualquier otro proceso unitario, la agitación es muy importante. Se decidió modificar el tanque ya existente para el sistema del filtro candela por que este tenía las dimensiones adecuadas y se podía aprovechar a sustituir el cartucho del filtro que ya se encontraba saturado por el usado dado anteriormente. Todas las modificaciones se realizaron con el fin de proporcionar el sistema adecuado para el funcionamiento correcto del sistema. En un principio se lijó todo el tanque ya que este se encontraba totalmente oxidado, para esto se utilizó un barreno con una escoba pulidora, también se utilizaron varios cepillos de alambre. Era necesario lijar perfectamente el tanque para eliminar el oxido ya existente y restos del cubrimiento anterior para que la pintura epoxica se fijara totalmente al tanque.

Para los rieles se decidió utilizar hierro carbón plano de 0.05m (2 plg.); debido a que el tamaño del tanque y su circunferencia limita a utilizar materiales que sean poco anchos. En cuanto al largo los hierros planos se ajustan perfectamente y se pueden cortar fácilmente y se utilizó hierro carbón ya que su precio es accesible y el tanque es de este material. Se utilizaron 16 piezas de 1m de largo colocadas como se puede observar en la Figura No. 20 se decidió realizar el arreglo de esta forma ya que los rieles son para las placas deflectoras y las bases de estas son hierros planos hembras. Se soldaron 2 piezas una encima de otra y luego dentro del tanque para tener más rigidez en las mismas y asegurar su estabilidad.

De igual forma, las placas deflectoras fueron en total 8, 4 de 0.05m (2plg.) y 4 de 0.1m (4 plg.). Para realizarlas se utilizaron 12 piezas de 1m de longitud y 0.05m (2plg.) y 4 de 0.1m (4plg.) Para cada placa deflectoras se utilizó un angular hembra de 0.05m (2plg.) como base y perpendicularmente se soldó otra pieza de 0.05m (2plg.) o 0.1m (4plg.) dependiendo del largo de la placa. Al realizar los cálculos correspondientes al diseño estándar para las dimensiones de las placas deflectoras, se puede observar que las placas que se deben utilizar son las de 0.05m (2plg.). Se realizaron las de 0.1m (4plg.), para que el estudiante pueda observar como incrementa la energía necesaria para poder mover el fluido con una mayor resistencia.

El tanque será utilizado para agitar sustancias líquidas por esta razón era necesario recubrirlo con una pintura que fuera resistente a los líquidos a utilizar. Se utilizó pintura epoxica la cual al secar forma una capa muy resistente a posibles oxidaciones. Se aplicó una capa gruesa sobre todo el interior del tanque y sobre las placas deflectoras también.

Para poder colocar el tanque nuevamente en la base que sirve de soporte al motor, fue necesario eliminar los apoyos que este tenía. Por último, el sistema se pintó de color verde pistacho para cumplir con el código de colores del laboratorio de operaciones unitarias.

Los agitadores utilizados (paleta, disco dentado y hélice) se diseñaron utilizando como referencia los estándares de diseño $1/3$ del diámetro del tanque (McCabe, 1981:251) para el agitador de hélice y disco dentado y $1/6$ del diámetro del tanque (Geankoplis, 1998:162) para el agitador de paleta. Se decidió diseñar el agitador de paleta ya que es el más simple que mencionan en las bibliografías. El de disco dentado ya es uno de los agitadores que ocasiona mayor esfuerzo cortante. Por último el de hélice ya que por su forma angular presenta los mejores resultados al momento de realizar mezclas.

Para obtener la potencia del motor es necesario conocer el No. de Reynolds (N_{re}) y potencia (N_p), los dos datos varían dependiendo del agitador que se esté utilizando. El número de Reynolds sirve para caracterizar el movimiento de un fluido y el número de potencia es una relación entre el área del agitador y la cantidad de movimiento del fluido. El N_{re} y N_p sirven para determinar el tamaño del motor a utilizar. Para poder calcular estos valores, se necesitaban las revoluciones a las que el motor opera. En los datos de placa del motor (Tabla No. 19) se puede observar que el motor trabaja a 28.66rev/s (1720 RPM). Se utilizó el tacómetro para verificar las revoluciones y se observó que el motor trabaja en realidad a (29.83 rev/s) 1790RPM. Para las mediciones se utilizaron los 28.66rev/s (1720 RPM) para eliminar posibles fuentes de error por mediciones.

El agitador de paleta se obtuvo un N_{re} de 776.15 la hélice y disco dentado 2786.4 cuando se trabaja con la paleta se puede observar que se tiene un estado transitorio entre flujo laminar o turbulento, este se vuelve turbulento luego con el uso de placas deflectoras. Para calcular el número de potencia (N_p) del agitador de paleta y disco dentado se utilizó la Figura No. 11 Para la hélice no se lograba observar un intervalo adecuado por lo que se utilizó la Figura 9.14 (McCabe 2007:276). Se obtuvo una potencia de 355.45 J/s (0.47hp) para la paleta, 427.33J/s (0.57hp) para la hélice y 1605.52 J/s (2.15hp) para disco dentado. Las potencias indican el tamaño del motor que es necesario para realizar las prácticas que es de 2.15 hp. En el laboratorio de operaciones unitarias se tenía un motor con los datos de placa (Tabla No.19) y como se puede observar este tiene una potencia menor por lo que al trabajar con el disco se tuvieron problemas ya que este superaba el amperaje al que puede trabajar el motor. En un futuro se recomienda colocar el motor de 2.15 hp para no arruinar los equipos.

Para el motor se requería de una base y un elevador que facilitara su manejo para poder colocar y retirar las placas deflectoras y los agitadores. Este motor se diseñó con un contrapeso que permitiera mantener el motor en diferentes posiciones y no causara accidentes por su alto peso. Este elevador tiene una altura de 2.05m y funciona por medio de un sistema de poleas. Las poleas permiten que el agitador se coloque también a diferentes alturas por lo que una posible variación a la práctica puede ser observar el efecto que tiene colocar el agitador a diferentes alturas del tanque.

El costo total aproximado de montaje del equipo de agitación fue de Q17, 029.53. Esto incluye la fabricación de los tres tipos de agitadores, el eje que conecta el agitador con el motor, el elevador con contrapeso y soporte del motor, los hierros planos de 0.05, y 0.1m, la masilla y pintura epoxica para el recubrimiento del tanque, el catalizador de la pintura, el solvente epoxico y las horas hombre invertidas utilizando como base el salario mínimo establecido para el 2013. Todos los gastos fueron solventados por el departamento de ingeniería química de la Universidad del Valle de Guatemala.

Para la realización de la práctica, se necesitaba un material que presentara un cambio significativo de viscosidad utilizando únicamente agua a temperatura ambiente. Entre las opciones se tenía engrudo, goma guar y goma xantan. El engrudo se vuelve viscoso en presencia de agua a altas temperaturas por lo que se descartó. La goma guar y xantan mostraban condiciones favorables de uso y se disolvían en agua temperatura ambiente. Debido al alto costo de la goma guar, se decidió utilizar goma xantan.

Se utilizó una fracción de goma xantan de 0.5% y 75 litros de agua. Se utilizaron estas proporciones ya que se quería una solución que mostrara cambios significativos de viscosidad pero que se pudiera medir con el viscosímetro de copa No.5; aparte que fuera fácil de manejar y limpiar. También se trato de hacer eficiente el uso de goma xantan ya que esto afecta los costos de la práctica. Se utilizó un sensor de temperatura para realizar la corrección de viscosidad por temperatura (Tabla No. 109 Tabla No.103). Para medir el amperaje producido por el motor se utilizó un multímetro y así saber el consumo de energía y el costo en consumo eléctrico para la realización de la práctica. Se utilizó el viscosímetro de copa No.5 ya que este es especial para trabajar sustancias viscosas como pintura y goma. Realizar las mediciones de viscosidad con este aparato está muy determinado por el criterio de la persona que observa cuando se corta el último hilo de goma que está saliendo del orificio de la copa. Es muy importante realizar esta medición en triplicado para que los datos sean más precisos y exactos. Al transformar el tiempo con la ecuación del cálculo de viscosidad se obtiene la viscosidad cinemática por lo que fue necesario calcular la

densidad de la solución para poder multiplicarla con la viscosidad cinemática y así obtener la dinámica la cual se utilizó en los resultados. La diferencia entre la viscosidad cinemática y dinámica es que la primera es una simple unidad de movimiento y desecha las fuerzas que este genera mientras que la dinámica es la resistencia interna de un fluido a fluir. Se utiliza la dinámica ya que es inherente de cada líquido en particular pues depende de su masa.

B. Discusión de los resultados:

- En los resultados de la práctica

En la Gráfica No.1 se puede observar que se alcanzó una mayor eficacia con el agitador de hélice esto se puede deber a que la forma en la que crea la turbulencia hace que la agitación sea mayor y aunque no disuelve toda la goma inmediatamente como se observó con el agitador de disco, sí los hidrata de mejor forma.

En la Gráfica No. 2 se puede observar que al utilizar 2 placas deflectoras de 0.05m (2plg.) todos los datos tienden a una misma viscosidad, siendo el de paleta el que alcanza la mejor. Esto nos muestra como aumenta la eficacia cuando se utilizan placas deflectoras.

En la Gráfica No. 3 se puede observar que al utilizar 4 placas deflectoras de 0.05m (2plg.), el agitador de hélice nuevamente vuelve a alcanzar la mayor viscosidad, se puede observar que el disco y la paleta alcanzan casi la misma viscosidad. Esto se puede deber a que la hélice funciona de mejor forma cuando se tiene 4 placas deflectoras en lugar de 2.

En la Gráfica No. 4 cuando se tienen 2 placas deflectoras de 0.1m se puede observar como el agitador de hélice alcanza la máxima viscosidad mientras que la paleta y el disco nuevamente alcanzan la misma. En esta gráfica es donde los datos se comportaron casi iguales con los 3 tipos de agitadores, y se puede observar que tienen la misma tendencia.

Por último, en la Gráfica No. 5 cuando se utilizaron 4 placas deflectoras se observó que el agitador de disco alcanzó la máxima viscosidad mientras que la paleta y hélice se mantuvieron casi iguales. De todas las corridas, esta es la única donde el agitador de disco supera a las otras dos a pesar de esto no es aconsejable operar este agitador con las 4 placas de 0.1m (4plg.) ya que supera el amperaje con el que funciona el motor (6.1A) y esto puede dañarlo.

En la Gráfica No.6 se pueden observar todas las pruebas que se realizaron con el agitador de disco. Alcanzando su máxima viscosidad cuando se utilizaron 4 placas deflectoras de 0.1m (4plg). Se obtuvo menos eficacia con el disco sin placas deflectoras. En la teoría se menciona que el agitador de disco no se recomienda utilizar con placas deflectoras. Es importante mencionar que este agitador tiene como finalidad romper partículas sólidas y crear suspensiones. También es importante mencionar que cuando se está realizando una agitación tipo dispersión se crean burbujas las cuales disminuyen la velocidad de agitación dependiendo del tamaño de estas.

En la Gráfica No.7 se puede observar la comparación de todas las corridas que se hicieron con el agitador de hélice. Esto muestra que la máxima viscosidad se logro fue con 4 placas de 0.05m (2plg). De todas las corridas con todos los agitadores y placas esta fue la máxima viscosidad alcanzada 0.41 kg/ms. Los agitadores tipo hélice no se utilizan mucho para sustancias viscosas pero las aspas cortan fuertemente el líquido; esta puede ser la razón por la que se alcanzó la máxima viscosidad.

En la Gráfica No. 8 se puede observar que con el agitador de paleta se alcanzó la máxima viscosidad con 4 placas deflectoras de 0.1m (4plg) normalmente no se trabaja con agitadores tipo paleta con velocidades tan grandes lo que pudo haber sucedido es que se alcanzaron velocidades altas pero no se logro una buena mezcla como con los otros agitadores.

Respecto al consumo de energía, como se esperaba con el agitador de disco se consumió la mayor cantidad de energía 6.1 A; esto se debe al esfuerzo cortante que este realiza sobre la mezcla. Esta práctica tiene un valor aproximado de Q406.32. Este valor incluye el consumo de energía total de realizar todas las mediciones con todos los tipos de agitadores siendo el costo de un kilovatio por hora de Q1.67. Se utilizaron los kilovatios de cuando el sistema ya había estabilizado. El precio de cada kilo de goma xantan fue de Q52.00 y se utilizaron 7 kilos de goma para realizar todas las corridas. Durante la realización de la práctica se tiene un alto consumo de agua no solo para realizar las corridas sino para la limpieza del tanque se calculó que aproximadamente se utilizaron 1.125 m³ de agua con un valor de Q5.60 el metro cubico.

Las fuentes de error más significativas se tienen en la medición del tiempo en la que se corta el hilo de mezcla del viscosímetro de copa No. 5 este tiempo tiende a variar considerablemente por lo que se recomienda que se realicen al menos 10 mediciones y utilicen los resultados que más repitan.

XI. Conclusiones

1. De los tres agitadores paleta, hélice y disco dentado el más eficaz para un sistema de goma xantan y agua fue el de hélice con una viscosidad de 0.41kg/ms, agitando por un periodo de 10 minutos utilizando 4 placas deflectoras.
2. La potencia teórica que el motor necesita para poder trabajar con los tres tipos de agitadores es de 1605.52 J/s (2.15 hp).
3. La temperatura únicamente afectó 1.01 a la viscosidad para todas las corridas utilizando un sistema de goma xantan y agua.
4. El máximo amperaje alcanzado fue con el agitador tipo disco dentado llegando a un amperaje de 6.5A mientras que el menor amperaje lo tuvo la paleta con 2.5 A.
5. El costo de realizar una práctica es de Q406.32 y el costo de instalación de todo el equipo fue de Q17, 029.53.
6. La goma xantan proporcionó los cambios significativos necesarios para poder realizar la práctica y observar las diferentes viscosidades.
7. El tiempo de agitación de 0.16 horas (10 min) fue suficiente para poder observar los cambios en viscosidades con los diferentes agitadores.
8. El sistema de elevación y soporte proporciono estabilidad al motor al momento de estar funcionando.

XII. Recomendaciones

1. Se recomienda en un futuro cambiar el motor a uno con mayor potencia de 1.61KW (2.15 hp) para que se pueda trabajar con el agitador de disco sin forzar al mismo.
2. Se recomienda darle mantenimiento constantemente al interior del tanque recubriéndolo con pintura epoxica ya que este puede sufrir de oxidaciones por el uso constante.
3. Se recomienda limpiar totalmente el tanque después de cada corrida ya que la goma xantan deja una capa en sus paredes y esto puede solidificarse.
4. Cuando se estén tomando los tiempos con el viscosímetro de copa se recomienda que una sola persona lo esté haciendo y así evitar fuentes de error.
5. Determinar las curvas de número de potencia contra número de Reynolds para una sistema de agua-goma y con los diferentes tipos de agitadores.

XIII. Bibliografía

- Albert, Monferrer; J. Villalta. 2002. *Aditivos Alimenticios*. Edición Ilustrada. España. 240 págs.
- C.J., Geankoplis. 1998. *Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias*. 3ªed. México, Continental, S.A. 1024 págs.
- J.M. Coulson; J. F. Richardson's. *Chemical Engineering*. 4ª ed. 2005. 1038 págs.
- Kelco U.S. 2008. *Keltrol/Kelzan Xantan gum Book*. 8va edición. Estados Unidos de América. 32 págs.
- R. Byron Bird; Warren E. Stewart; Edwin N. Lightfoot. 2002. *Transport Phenomena*. 2ª Edición. Estados Unidos de América. 910 págs
- Warren, McCabe; J. Smith; P. Harriot. 1991. *Operaciones Básicas de Ingeniería Química*. . 4ª ed. Madrid, Aravaca. 1121 págs.
- Warren, McCabe; J. Smith; P. Harriot. 2007. *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*. . 7ª ed. Madrid, Aravaca. 1188 págs.

XIV. Apéndice

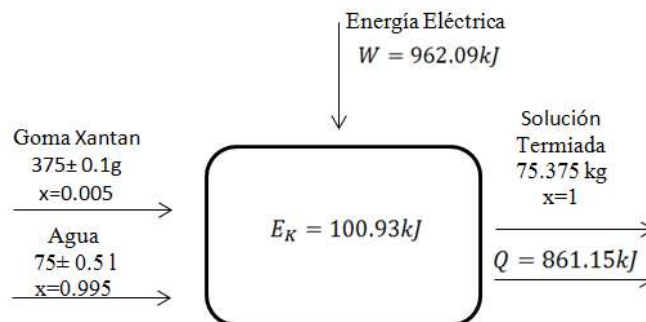
A. Procedimiento detallado:

Para la realización de la práctica, se realizó el siguiente procedimiento:

1. Se subió el motor con la ayuda del soporte y sistema de elevación.
2. Se colocaron las placas deflectoras deseadas.
3. Se ensambló el agitador deseado para la realización de práctica.
4. Se llenó el tanque con 75 litros de agua.
5. Se pesaron 375 litros de goma Xantan.
6. Se prepararon 10 beakers de 600 ml para poder tomar las muestras.
7. Se colocó el multimetro marca Fluke en el cable de corriente para poder medir el amperaje en el arranque del motor y en la estabilización del mismo.
8. Se encendió el motor y se agitó durante 600 segundos.
9. Se tomaron muestras de la solución cada 60 segundos y se midió la temperatura para el cálculo de la viscosidad de la misma. Para esto se utilizó un sensor de temperatura marca Taylor.
10. Terminada una corrida, se midió la viscosidad utilizando un viscosímetro de copa No.5 marca Gardco.
11. Se utilizó una bureta de 100 ± 0.5 ml para realizar la medición de la densidad, se pesaron 40 ml de solución de cada una de las 10 muestras en la bureta.
12. De esta forma se realizaron todas las corridas para las placas deflectoras y los tres tipos de agitadores.

B. Diagrama de flujo del sistema:

Figura No. 16 Balance de Masa y Energía del Sistema



C. Diseño y características técnicas del equipo:

Para la realización del sistema de agitación se siguieron distintos criterios y métodos. Se realizaron varias modificaciones al tanque de agitación y se diseñó un sistema para soporte del motor y del sistema de agitación. Todo esto se realizó para que los estudiantes puedan realizar las prácticas de una forma segura y eficiente.

Diseño preliminar: Para poder realizar el sistema, se modificó el tanque del filtro de candela este mide 1 m de altura y 0.58 m de diámetro. Se utilizaron las ecuaciones estándar para el dimensionamiento de un tanque agitado citada anteriormente.

Figura No. 17 Limpieza y pulido de tanque de agitación



- Dimensionamiento placas deflectoras:

$$\frac{J}{D_t} = \frac{1}{12}$$

$$J = \frac{1}{12} D_t$$

$$J = \frac{1}{12} 0.58m = 0.05m$$

Por lo tanto, se construyeron placas deflectoras de 0.05m (2 plg.) y de 0.10m (4 plg.). Estas se construyeron con hierro carbón como base se utilizaron hierros planos de 0.05 m (2 plg.) y perpendicularmente, se soldaron cuatro hierros planos de 0.05m (2 plg.) y cuatro de 0.10m (4 plg.). Se realizaron las placas de 0.1m para que al momento de realizar las pruebas se puedan ver los diferentes efectos.

Figura No. 18 Placas deflectoras soldadas



Figura No. 19 Placas deflectoras de 0.05m (2 plg.) y de 0.10m (4 plg.)



- Rieles de placas deflectoras:

Estos se colocaron verticalmente a lo largo del tanque de agitación que es de 1.00 m. para la realización de los mismos se utilizó hierro carbón de 0.0508m (2 plg.) de ancho. En total, se colocaron 4 rieles y se utilizaron 16 piezas de hierro. Estas se soldaron una encima de otra dejando un espacio a lo ancho de 0.0254m (1 plg.) entre ellas y luego se soldaron, como ya se mencionó anteriormente, en el interior del tanque. Los rieles tiene una distancia de 0.0508m (2 plg.) en su interior y entre cada set de rieles se dejó un espacio aproximado de 0.33 metros a lo largo del diámetro del tanque.

Figura No. 20 Rieles de placas deflectoras soldadas en el interior del tanque



- Recubrimiento contra oxidación:

El tanque fue pulido para poder soldar los rieles dentro de él, una vez colocados los rieles se aplicó una capa de masilla sobre los bordes y posibles lugares donde se pudiera estancar el agua. Una vez seca la masilla, se utilizó pintura epoxica para pintar el tanque en su interior. De la misma forma se pintaron las placas deflectoras y así prevenir la oxidación del sistema. De igual forma es necesario dar tratamiento constante al tanque para que este no sufra de posibles oxidaciones.

Figura No. 21 Enmasillado de rieles.



Figura No. 22 Cubrimiento de pintura epoxica



- Calibración de medidor de nivel:

Para poder conocer el volumen que tiene el tanque de agitación fue necesario calibrar un nivel de volumen, el cual es un tubo de vidrio. Se utilizaron cubetas de 20 ± 0.5 l para llenar el tanque. Al introducir 25 litros el nivel aun no alcanzaba altura suficiente para colocar una marca en el tubo de vidrio por lo que la calibración inició en 50 ± 0.5 l. El tanque tiene capacidad para 200 ± 0.5 l.

Figura No. 23 Medidor de nivel del tanque de agitación



- Diámetro del agitador (paleta):

$$\frac{D_a}{D_t} = \frac{1}{6}$$

$$D_{Paleta} = \frac{1}{6} D_t = \frac{1}{6} (0.58m) = 0.09m$$

- Diámetro del agitador (Hélice y Disco Dentado):

$$\frac{D_a}{D_t} = \frac{1}{3}$$

$$D_{Hélice y Disco Dentado} = \frac{1}{3} D_t = \frac{1}{3} (0.58m) = 0.18m$$

Los agitadores se construyeron de acero inoxidable y sus dimensiones se encuentran detalladas en el apéndice de este documento.

- Dimensionamiento del eje del agitador:

$$\frac{E}{D_a} = 1$$

$$E = D_a = 0.1m$$

Altura del tanque

$$H = 1m$$

$$H_{eje} = 1m - 0.1m = 0.9m$$

El eje se construyó de acero inoxidable y tiene una altura de 0.9m. Este tiene un diámetro de 0.019 m (3/4 plg.) para que pueda utilizarse en el motor utilizado para el sistema.

Figura No. 24 Agitador de paleta, hélice, disco y eje del sistema de agitación



- Potencia del motor:

Para obtener la potencia del motor se calculo el No. de Reynolds para la paleta, hélice y agitador de disco dentado.

- Potencia agitador de paleta:

$$\rho = 1500 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0.50 \text{ kg/ms}$$

$$N = \frac{28.67 \text{ rev}}{s} \quad (1720 \text{ rpm})$$

$$D_a = 0.095 \text{ m}$$

$$N_{Re} = \frac{\frac{1500 \text{ kg}}{\text{m}^3} * (0.095 \text{ m})^2 \left(\frac{28.67 \text{ rev}}{s} \right)}{0.5 \frac{\text{kg}}{\text{ms}}} = 776.15$$

Utilizando la Figura No. 11 Número de potencia para agitador tipo Cowless, hélice y turbina se determinó el número de potencia.

$$N_p = 1.3$$

$$P = N_p N^3 D_a^5 \rho$$

$$P = 1.3 * \left[\left(\frac{1720 \text{ rev}}{\text{min}} \right) \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) \right]^3 * 0.095^5 * \left(\frac{1500 \text{ kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{355.45 \text{ J}}{\text{s}} \quad (0.47 \text{ hp})$$

- Potencia agitador de hélice:

$$\rho = 1500 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0.50 \text{ kg/ms}$$

$$N = \frac{28.67 \text{ rev}}{s} \text{ (1720 rpm)}$$

$$D_a = 0.18 \text{ m}$$

$$N_{Re} = \frac{\frac{1500 \text{ kg}}{\text{m}^3} * (0.18 \text{ m})^2 \left(\frac{28.67 \text{ rev}}{s}\right)}{0.5 \frac{\text{kg}}{\text{ms}}} = 2786.4$$

Utilizando la Figura 9.14 (McCabe 2007:276)

$$N_p = 0.064$$

$$P = N_p N^3 D_a^5 \rho$$

$$P = 0.064 * \left[\left(\frac{1720 \text{ rev}}{\text{min}} \right) \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) \right]^3 * 0.018^5 * \left(\frac{1500 \text{ kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{427.33 \text{ J}}{s} \text{ (0.57 hp)}$$

- Potencia agitador de disco dentado:

$$\rho = 1500 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0.50 \text{ kg/ms}$$

$$N = \frac{28.67 \text{ rev}}{s} \text{ (1720 rpm)}$$

$$D_a = 0.18 \text{ m}$$

$$N_{Re} = \frac{\frac{1500 \text{ kg}}{\text{m}^3} * (0.18 \text{ m})^2 \left(\frac{28.67 \text{ rev}}{s}\right)}{0.5 \frac{\text{kg}}{\text{ms}}} = 2786.4$$

Utilizando la Figura No. 11 Número de potencia para agitador tipo Cowless, hélice y turbina se determinó el número de potencia.

$$N_p = 0.32$$

$$P = N_p N^3 D_a^5 \rho$$

$$P = 0.32 * \left[\left(\frac{1720 \text{ rev}}{\text{min}} \right) \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) \right]^3 * 0.018^5 * \left(\frac{1500 \text{ kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{1605.52 \text{ J}}{s} \text{ (2.15 hp)}$$

- Base y elevación del motor:

Para facilitar el intercambio de agitadores y la colocación de las placas deflectoras, se le colocó al sistema una base para el motor. Esta base tiene un contrapeso el cual por medio de una polea, eleva de forma más fácil el motor. Esta base tiene una altura de 2.05 m y tiene una extremidad plana la cual se colocó debajo del tanque para mejorar la estabilidad de la misma. El motor tiene un soporte el cual lo eleva y desciende de forma estable. El soporte tiene una manivela para asegurar que el motor no se deslice por sí solo y cause problemas.

Figura No. 25 Soporte del motor



Figura No. 26 Base del motor y agitador



Sustitución del filtro de candela:

Se sustituyó el filtro candela por un filtro nuevo. Se unieron dos filtros y se colocó un borde de aluminio alrededor de los mismos. Se utilizó un tornillo de acero inoxidable para sujetar los extremos el borde. De igual forma se colocaron cinchos de presión alrededor del filtro.

Figura No. 27 Filtro candela reconstruido



Figura No. 28 Tornillo de acero inoxidable y cincho de presión



D. Datos de placa del equipo:

Tabla No. 10 Datos de placa de motor y bomba aurora

Motor de bomba aurora (Filtro)	
Marca Weg (Procel)	
04ABR081001026623	
Rendimiento 79.5%	
Motor de inducción	Hz 60
Cat N	kW 1.1 (1.5 hp)
RPM 1720	fs 1.15
80K IP55	lp/ln 6.8
220/380/440 V	4.43/2.56/2.22 A
Temperatura. Máx. 40°C	Altitud Máx. 1000m
Área m2	0.245x0.610
Bomba aurora rango máximo de capacidad	
A4 BF 82-01461-8	Serie 532 0014 114
Flujo (m3/s)	0.18-0.57
Cabeza (m)	213-366
Temperatura (°C)	100-260



Tabla No. 11 Datos de placa del motor de sistema de agitación

Motor de sistema de agitación	
Marca Weg (Procel)	
04ABR081001026618	
Rendimiento 79.5%	
Motor de inducción	Hz 60
Cat N	kW 1.1 (1.5 hp)
RPM 1720	fs 1.15
80K IP55	lp/ln 6.8
220/380/440 V	4.43/2.56/2.22 A
Temp. Máx. 40°C	Alt 1000m
Área m2	0.245x0.610



Tabla No. 12 Datos de placa de las válvulas del sistema

Válvulas			
Cantidad	Tipo	Tamaño	Material
1	Bola	0.0127 m(1/2plg)	Acero carbón
1	Bola	0.0127 m(1/2plg)	Acero carbón
2	Globo	0.026 m (1 1/4 plg)	Acero carbón
4	Globo	0.019m(3/4 pulg)	Acero carbón

Tabla No. 13 Datos técnicos de tanque de agitación

Tanque de agitación	
Material	Acero carbón
Diámetro (m)	0.58
Altura (m)	1
Rieles	4
Placas deflectoras intercambiables (m)	4 unidades(0.10)
	4 unidades (0.05)
Recubrimiento	Pintura epóxica
Entradas	Agua y recirculación
Salidas	Descarga y filtro
Área física (m)	0.8X0.8
Volumen (m ³)	0.26



Tabla No. 14 Datos de placa de filtro de candela

Filtro	
Marca Mott	
Modelo 820436-1-2 1/2-0.5	
Altura (m)	0.9144
Diámetro (m)	0.0635
Área del filtro (m)	0.1765
Grado de micrones	0.5
Presión kPa	689.50 (100psi)
Temperatura Máxima °C	135
material	Acero inoxidable
Área física (m)	0.35X0.35



Tabla No. 15 Datos de operación de multimetro

Multimetro	
Marca	Fluke
Modelo	400 A AC
Medición	Amperios, Voltios y Ohmios
Precisión	± 0.05
Rango	0-600 V



Tabla No. 16 Datos de operación del viscosímetro de copa

Viscosímetro de copa	
Marca	Gardco S.A.
Modelo	ASTM D 4212
Medición	Viscosidad
Precisión (cronómetro)	± 0.015
Rango (centistokes)	161-1423



Tabla No. 17 Datos de operación de sensor de temperatura

Sensor de temperatura	
Marca	Taylor
Modelo	9940
Medición ($^{\circ}\text{C}$)	Temperatura
Precisión	± 0.05
Rango ($^{\circ}\text{C}$)	$(-40) - 150$



E. Datos originales:

Tabla No. 18 Masa de goma xantán utilizada para todas las corridas de los agitadores y placas deflectoras

Masa Goma Xantán
0.375 \pm 0.1 kg

Tabla No. 19 Volumen de agua utilizada para todas las corridas de los agitadores y placas deflectoras

Volumen			
75	±	0.5	L

Tabla No. 20 Revoluciones a las que trabaja el motor del agitador

Revoluciones motor		
29.83rev/s (1790RPM)	±	0.1

Tabla No. 21 Voltaje y precio de KWh según INDE

Voltaje (trifásico)	220	
Precio KWh	Q	1.67

Tabla No. 22 Datos originales para las muestras del agitador de paleta sin placas deflectoras

Corrida	Tiempo (s)		Temperatura °C		Tiempo copa No.5 (s)	
1	60	± 0.15	22.5	± 0.05	7.42	± 0.15
					7.62	± 0.15
					7.74	± 0.15
2	61	± 0.15	22.1	± 0.05	10.78	± 0.15
					10.72	± 0.15
					10.79	± 0.15
3	59	± 0.15	22	± 0.05	11.46	± 0.15
					11.12	± 0.15
					11.43	± 0.15
4	68.1	± 0.15	22	± 0.05	12	± 0.15
					11.93	± 0.15
					11.87	± 0.15
5	60.03	± 0.15	22.2	± 0.05	13.11	± 0.15
					12.44	± 0.15
					12.98	± 0.15
6	59.54	± 0.15	21.8	± 0.05	13.62	± 0.15
					13.24	± 0.15
					13.64	± 0.15
7	60.34	± 0.15	22.8	± 0.05	13.84	± 0.15
					13.95	± 0.15
					13.99	± 0.15
8	59.61	± 0.15	21.8	± 0.05	14.56	± 0.15
					14.57	± 0.15
					14.82	± 0.15
9	59.42	± 0.15	22.3	± 0.05	13.7	± 0.15
					14.05	± 0.15
					14.14	± 0.15
10	60.56	± 0.15	22.3	± 0.05	14.26	± 0.15
					14.42	± 0.15
					14.95	± 0.15

Tabla No. 23 Datos originales para las muestras del agitador de paleta con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)	Temperatura °C	Tiempo copa No.5 (s)
1	59.96 ± 0.15	22.1 ± 0.05	8.5 ± 0.15
			9.6 ± 0.15
			8.99 ± 0.15
2	59.85 ± 0.15	22.1 ± 0.05	12.88 ± 0.15
			12.71 ± 0.15
			12.86 ± 0.15
3	60.12 ± 0.15	22.3 ± 0.05	15.86 ± 0.15
			15.7 ± 0.15
			16.16 ± 0.15
4	60.32 ± 0.15	22.5 ± 0.05	15.67 ± 0.15
			15.89 ± 0.15
			15.73 ± 0.15
5	60 ± 0.15	22.3 ± 0.05	16.93 ± 0.15
			16.64 ± 0.15
			16.64 ± 0.15
6	61.44 ± 0.15	22.3 ± 0.05	16.69 ± 0.15
			16.47 ± 0.15
			15.98 ± 0.15
7	59.83 ± 0.15	22.5 ± 0.05	16.51 ± 0.15
			16.55 ± 0.15
			16.65 ± 0.15
8	59.74 ± 0.15	22.1 ± 0.05	16.63 ± 0.15
			16.04 ± 0.15
			16.45 ± 0.15
9	59.78 ± 0.15	22.3 ± 0.05	17.31 ± 0.15
			17.17 ± 0.15
			16.8 ± 0.15
10	61.34 ± 0.15	22.1 ± 0.05	17.07 ± 0.15
			17.34 ± 0.15
			17.59 ± 0.15

Tabla No. 24 Datos originales para las muestras del agitador de paleta con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)	Temperatura °C	Tiempo copa No.5 (s)
1	59.90 ± 0.15	22.70 ± 0.05	6.79 ± 0.15
			7.00 ± 0.15
			7.17 ± 0.15
2	59.86 ± 0.15	22.60 ± 0.05	10.22 ± 0.15
			10.42 ± 0.15
			10.32 ± 0.15
3	60.19 ± 0.15	22.50 ± 0.05	13.70 ± 0.15
			13.25 ± 0.15
			13.33 ± 0.15
4	60.42 ± 0.15	22.50 ± 0.05	15.07 ± 0.15
			15.39 ± 0.15
			15.61 ± 0.15
5	59.87 ± 0.15	22.60 ± 0.05	16.67 ± 0.15
			16.64 ± 0.15
			16.27 ± 0.15
6	60.21 ± 0.15	22.50 ± 0.05	14.31 ± 0.15
			14.80 ± 0.15
			15.06 ± 0.15
7	59.54 ± 0.15	22.60 ± 0.05	16.72 ± 0.15
			16.09 ± 0.15
			16.83 ± 0.15
8	59.94 ± 0.15	22.40 ± 0.05	17.53 ± 0.15
			17.21 ± 0.15
			17.87 ± 0.15
9	59.48 ± 0.15	22.60 ± 0.05	17.42 ± 0.15
			17.55 ± 0.15
			17.35 ± 0.15
10	60.06 ± 0.15	22.60 ± 0.05	18.02 ± 0.15
			17.66 ± 0.15
			17.41 ± 0.15

Tabla No. 25 Datos originales para las muestras del agitador de paleta con 2 placas deflectoras de 0.1 m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)	Temperatura °C	Tiempo copa No.5 (s)
1	60.32 ± 0.15	22.00 ± 0.05	11.67 ± 0.15
			11.68 ± 0.15
			11.35 ± 0.15
2	59.85 ± 0.15	22.50 ± 0.05	14.31 ± 0.15
			14.57 ± 0.15
			14.34 ± 0.15
3	59.94 ± 0.15	22.60 ± 0.05	14.26 ± 0.15
			14.68 ± 0.15
			15.06 ± 0.15
4	59.87 ± 0.15	22.80 ± 0.05	15.54 ± 0.15
			15.46 ± 0.15
			15.72 ± 0.15
5	60.24 ± 0.15	22.80 ± 0.05	17.03 ± 0.15
			16.98 ± 0.15
			16.91 ± 0.15
6	60.45 ± 0.15	22.70 ± 0.05	17.20 ± 0.15
			17.65 ± 0.15
			17.32 ± 0.15
7	60.00 ± 0.15	22.50 ± 0.05	16.82 ± 0.15
			16.18 ± 0.15
			16.67 ± 0.15
8	59.74 ± 0.15	22.70 ± 0.05	16.56 ± 0.15
			16.18 ± 0.15
			16.27 ± 0.15
9	59.91 ± 0.15	22.80 ± 0.05	16.79 ± 0.15
			16.75 ± 0.15
			16.65 ± 0.15
10	61.62 ± 0.15	22.70 ± 0.05	17.67 ± 0.15
			17.72 ± 0.15
			17.77 ± 0.15

Tabla No. 26 Datos originales para las muestras del agitador de paleta con 4 placas deflectoras de 0.1 m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)	Temperatura °C	Tiempo copa No.5 (s)
1	59.94 ± 0.15	22.00 ± 0.05	11.67 ± 0.15
			11.68 ± 0.15
			11.35 ± 0.15
2	67.14 ± 0.15	22.50 ± 0.05	14.31 ± 0.15
			14.57 ± 0.15
			14.34 ± 0.15
3	60.04 ± 0.15	22.60 ± 0.05	14.26 ± 0.15
			14.68 ± 0.15
			15.06 ± 0.15
4	59.96 ± 0.15	22.80 ± 0.05	15.54 ± 0.15
			15.46 ± 0.15
			15.72 ± 0.15
5	59.53 ± 0.15	22.80 ± 0.05	17.03 ± 0.15
			16.98 ± 0.15
			16.91 ± 0.15
6	59.81 ± 0.15	22.70 ± 0.05	17.20 ± 0.15
			17.65 ± 0.15
			17.32 ± 0.15
7	60.04 ± 0.15	22.50 ± 0.05	16.82 ± 0.15
			16.18 ± 0.15
			16.67 ± 0.15
8	59.71 ± 0.15	22.70 ± 0.05	16.56 ± 0.15
			16.18 ± 0.15
			16.27 ± 0.15
9	59.62 ± 0.15	22.80 ± 0.05	16.79 ± 0.15
			16.75 ± 0.15
			16.65 ± 0.15
10	59.99 ± 0.15	22.70 ± 0.05	17.67 ± 0.15
			17.72 ± 0.15
			17.77 ± 0.15

Tabla No. 27 Datos originales para las muestras del agitador de disco sin placas deflectoras

Corrida	Tiempo (s)	Temperatura °C	Tiempo copa No.5 (s)
1	60.29 ± 0.15	22.6 ± 0.05	8.35 ± 0.15
			8.4 ± 0.15
			8.49 ± 0.15
2	61 ± 0.15	22.1 ± 0.05	9.82 ± 0.15
			9.8 ± 0.15
			9.84 ± 0.15
3	59.87 ± 0.15	22.5 ± 0.05	10.35 ± 0.15
			10.4 ± 0.15
			10.41 ± 0.15
4	59.91 ± 0.15	22.5 ± 0.05	11.03 ± 0.15
			11.2 ± 0.15
			11.3 ± 0.15
5	61.19 ± 0.15	22.6 ± 0.05	11.34 ± 0.15
			11.4 ± 0.15
			11.49 ± 0.15
6	60.41 ± 0.15	22.8 ± 0.05	13.48 ± 0.15
			13.64 ± 0.15
			13.31 ± 0.15
7	59.65 ± 0.15	22.8 ± 0.05	14.32 ± 0.15
			14.5 ± 0.15
			14.31 ± 0.15
8	61.19 ± 0.15	22.7 ± 0.05	11.76 ± 0.15
			11.99 ± 0.15
			11.23 ± 0.15
9	61.8 ± 0.15	22.7 ± 0.05	12.25 ± 0.15
			12.29 ± 0.15
			12.22 ± 0.15
10	59.46 ± 0.15	22.8 ± 0.05	13.88 ± 0.15
			13.09 ± 0.15
			13.38 ± 0.15

Tabla No. 28 Datos originales para las muestras del agitador de disco con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)	Temperatura °C	Tiempo copa No.5 (s)
1	59.72 ± 0.15	23 ± 0.05	15.08 ± 0.15
			14.91 ± 0.15
			14.39 ± 0.15
2	59.74 ± 0.15	23.4 ± 0.05	16.12 ± 0.15
			16.09 ± 0.15
			15.47 ± 0.15
3	64.65 ± 0.15	23.8 ± 0.05	15.14 ± 0.15
			15.46 ± 0.15
			15.42 ± 0.15
4	59.75 ± 0.15	24 ± 0.05	14.67 ± 0.15
			14.73 ± 0.15
			14.67 ± 0.15
5	59.94 ± 0.15	24.1 ± 0.05	14.43 ± 0.15
			15.28 ± 0.15
			14.72 ± 0.15
6	59.89 ± 0.15	24.2 ± 0.05	16.49 ± 0.15
			16.09 ± 0.15
			16.39 ± 0.15
7	60.38 ± 0.15	24.7 ± 0.05	15.89 ± 0.15
			16.03 ± 0.15
			16.1 ± 0.15
8	59.88 ± 0.15	24.9 ± 0.05	15.82 ± 0.15
			15.52 ± 0.15
			15.66 ± 0.15
9	60.19 ± 0.15	25.1 ± 0.05	15.04 ± 0.15
			15.14 ± 0.15
			15.43 ± 0.15
10	60.07 ± 0.15	25.3 ± 0.05	16.09 ± 0.15
			15.89 ± 0.15
			15.63 ± 0.15

Tabla No. 29 Datos originales para las muestras del agitador de disco con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)	Temperatura °C	Tiempo copa No.5 (s)
1	60.3 ± 0.15	22.3 ± 0.05	15.9 ± 0.15
			15.77 ± 0.15
			16 ± 0.15
2	66.37 ± 0.15	22.9 ± 0.05	15.71 ± 0.15
			15.9 ± 0.15
			15.95 ± 0.15
3	57.56 ± 0.15	23 ± 0.05	15.98 ± 0.15
			15.15 ± 0.15
			15.66 ± 0.15
4	60.46 ± 0.15	23.3 ± 0.05	15.43 ± 0.15
			15.92 ± 0.15
			15.88 ± 0.15
5	59.93 ± 0.15	23.6 ± 0.05	15.69 ± 0.15
			15.06 ± 0.15
			15.83 ± 0.15
6	59.91 ± 0.15	24.1 ± 0.05	16.67 ± 0.15
			17.05 ± 0.15
			16.36 ± 0.15
7	59.91 ± 0.15	24.5 ± 0.05	15.93 ± 0.15
			15.47 ± 0.15
			15.79 ± 0.15
8	59.88 ± 0.15	24.6 ± 0.05	15.34 ± 0.15
			15.93 ± 0.15
			15.92 ± 0.15
9	60.15 ± 0.15	24.6 ± 0.05	16.07 ± 0.15
			16.37 ± 0.15
			16.04 ± 0.15
10	59.66 ± 0.15	24.8 ± 0.05	16.18 ± 0.15
			16.51 ± 0.15
			16.31 ± 0.15

Tabla No. 30 Datos originales para las muestras del agitador de disco con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)	Temperatura °C	Tiempo copa No.5 (s)
1	60.52 ± 0.15	22.6 ± 0.05	14.87 ± 0.15
			14.3 ± 0.15
			14.26 ± 0.15
2	60.08 ± 0.15	22.8 ± 0.05	16.2 ± 0.15
			16.2 ± 0.15
			17.11 ± 0.15
3	59.79 ± 0.15	22.9 ± 0.05	16.89 ± 0.15
			16.36 ± 0.15
			16.18 ± 0.15
4	61.7 ± 0.15	23.1 ± 0.05	14.98 ± 0.15
			14.94 ± 0.15
			14.67 ± 0.15
5	59.74 ± 0.15	23.3 ± 0.05	15.89 ± 0.15
			15.7 ± 0.15
			15.33 ± 0.15
6	59.71 ± 0.15	23.5 ± 0.05	16.45 ± 0.15
			16.45 ± 0.15
			16.54 ± 0.15
7	59.79 ± 0.15	23.6 ± 0.05	15.01 ± 0.15
			15.47 ± 0.15
			15.15 ± 0.15
8	61.08 ± 0.15	24.1 ± 0.05	16.82 ± 0.15
			16.28 ± 0.15
			16.34 ± 0.15
9	60.78 ± 0.15	24 ± 0.05	14.62 ± 0.15
			14.85 ± 0.15
			14.71 ± 0.15
10	61.01 ± 0.15	24.3 ± 0.05	15.45 ± 0.15
			15.27 ± 0.15
			15.35 ± 0.15

Tabla No. 31 Datos originales para las muestras del agitador de disco con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)	Temperatura °C	Tiempo copa No.5 (s)
1	61.09 ± 0.15	22.5 ± 0.05	15.99 ± 0.15
			15.62 ± 0.15
			15.96 ± 0.15
2	59.81 ± 0.15	22.8 ± 0.05	17.4 ± 0.15
			17.44 ± 0.15
			17.29 ± 0.15
3	60.11 ± 0.15	23 ± 0.05	16.96 ± 0.15
			16.33 ± 0.15
			16.53 ± 0.15
4	59.83 ± 0.15	23.1 ± 0.05	16.72 ± 0.15
			16.68 ± 0.15
			16.65 ± 0.15
5	59.81 ± 0.15	23.6 ± 0.05	17.4 ± 0.15
			17.61 ± 0.15
			18.02 ± 0.15
6	59.99 ± 0.15	24 ± 0.05	16.23 ± 0.15
			16.56 ± 0.15
			16.95 ± 0.15
7	59.95 ± 0.15	24.1 ± 0.05	17.98 ± 0.15
			16.88 ± 0.15
			16.91 ± 0.15
8	59.87 ± 0.15	24.1 ± 0.05	16.57 ± 0.15
			16.04 ± 0.15
			16.07 ± 0.15
9	60.19 ± 0.15	24.3 ± 0.05	16.19 ± 0.15
			16.83 ± 0.15
			16.74 ± 0.15
10	59.73 ± 0.15	24.5 ± 0.05	16.8 ± 0.15
			16.46 ± 0.15
			17.1 ± 0.15

Tabla No. 32 Datos originales para las muestras del agitador de hélice sin placas deflectoras

Corrida	Tiempo (s)	Temperatura °C	Tiempo copa No.5 (s)
1	59.91 ± 0.15	21.3 ± 0.05	12.55 ± 0.15
			12.88 ± 0.15
			12.4 ± 0.15
2	59.54 ± 0.15	21.3 ± 0.05	13.59 ± 0.15
			13.48 ± 0.15
			13.01 ± 0.15
3	59.53 ± 0.15	21.7 ± 0.05	14.64 ± 0.15
			14.48 ± 0.15
			14.52 ± 0.15
4	66.16 ± 0.15	21.8 ± 0.05	14.75 ± 0.15
			14.72 ± 0.15
			14.85 ± 0.15
5	59.49 ± 0.15	20.9 ± 0.05	15.38 ± 0.15
			15.51 ± 0.15
			15.89 ± 0.15
6	59.69 ± 0.15	21.3 ± 0.05	15.44 ± 0.15
			15.64 ± 0.15
			15.75 ± 0.15
7	59.78 ± 0.15	21.4 ± 0.05	14.78 ± 0.15
			14.63 ± 0.15
			14.92 ± 0.15
8	59.89 ± 0.15	21.5 ± 0.05	15.06 ± 0.15
			14.76 ± 0.15
			15.26 ± 0.15
9	59.58 ± 0.15	21.8 ± 0.05	14.58 ± 0.15
			14.82 ± 0.15
			14.73 ± 0.15
10	59.67 ± 0.15	21.9 ± 0.05	15.23 ± 0.15
			15.42 ± 0.15
			15.62 ± 0.15

Tabla No. 33 Datos originales para las muestras del agitador de hélice con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)	Temperatura °C	Tiempo copa No.5 (s)
1	59.1 ± 0.15	23.6 ± 0.05	10.61 ± 0.15
			10.64 ± 0.15
			10.78 ± 0.15
2	59.88 ± 0.15	22.8 ± 0.05	14.29 ± 0.15
			14.39 ± 0.15
			14.82 ± 0.15
3	60.012 ± 0.15	23.1 ± 0.05	14.53 ± 0.15
			15 ± 0.15
			14.74 ± 0.15
4	59.93 ± 0.15	23.1 ± 0.05	15.98 ± 0.15
			15.61 ± 0.15
			15.47 ± 0.15
5	60 ± 0.15	23 ± 0.05	14.78 ± 0.15
			14.91 ± 0.15
			14.82 ± 0.15
6	60.06 ± 0.15	23.2 ± 0.05	15.6 ± 0.15
			15.47 ± 0.15
			15.4 ± 0.15
7	59.63 ± 0.15	23.3 ± 0.05	15.71 ± 0.15
			15.87 ± 0.15
			15.61 ± 0.15
8	59.73 ± 0.15	23.5 ± 0.05	15.02 ± 0.15
			15.24 ± 0.15
			15.04 ± 0.15
9	60.61 ± 0.15	23.1 ± 0.05	16.3 ± 0.15
			16.24 ± 0.15
			15.71 ± 0.15
10	59.96 ± 0.15	23.2 ± 0.05	15.3 ± 0.15
			15.86 ± 0.15
			15.69 ± 0.15

Tabla No. 34 Datos originales para las muestras del agitador de hélice con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)	Temperatura °C	Tiempo copa No.5 (s)
1	60.24 ± 0.15	22.8 ± 0.05	11.79 ± 0.15
			11.93 ± 0.15
			11.73 ± 0.15
2	59.65 ± 0.15	22.6 ± 0.05	15.34 ± 0.15
			15.61 ± 0.15
			15.48 ± 0.15
3	59.6 ± 0.15	22.7 ± 0.05	16.21 ± 0.15
			16.32 ± 0.15
			16.76 ± 0.15
4	60.03 ± 0.15	22.7 ± 0.05	15.97 ± 0.15
			16.12 ± 0.15
			16.27 ± 0.15
5	60.46 ± 0.15	23 ± 0.05	16.68 ± 0.15
			16.54 ± 0.15
			16.81 ± 0.15
6	59.78 ± 0.15	23.1 ± 0.05	16.21 ± 0.15
			16.23 ± 0.15
			16.01 ± 0.15
7	59.97 ± 0.15	23 ± 0.05	16.33 ± 0.15
			16.59 ± 0.15
			16.15 ± 0.15
8	59.94 ± 0.15	23.3 ± 0.05	16.3 ± 0.15
			16.84 ± 0.15
			16.22 ± 0.15
9	59.54 ± 0.15	23.3 ± 0.05	16.77 ± 0.15
			16.06 ± 0.15
			16.16 ± 0.15
10	59.95 ± 0.15	23.1 ± 0.05	17.16 ± 0.15
			16.46 ± 0.15
			16.89 ± 0.15

Tabla No. 35 Datos originales para las muestras del agitador de hélice con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)	Temperatura °C	Tiempo copa No.5 (s)
1	60.03 ± 0.15	21.9 ± 0.05	12.5 ± 0.15
			12.67 ± 0.15
			12.54 ± 0.15
2	60.12 ± 0.15	22.1 ± 0.05	15.1 ± 0.15
			15.08 ± 0.15
			14.98 ± 0.15
3	59.6 ± 0.15	22.2 ± 0.05	15.62 ± 0.15
			15.62 ± 0.15
			15.5 ± 0.15
4	60.76 ± 0.15	22.5 ± 0.05	16.52 ± 0.15
			16.88 ± 0.15
			16.8 ± 0.15
5	60.01 ± 0.15	22.5 ± 0.05	16.66 ± 0.15
			16.59 ± 0.15
			16.75 ± 0.15
6	59.71 ± 0.15	22.5 ± 0.05	16.4 ± 0.15
			16.41 ± 0.15
			16.29 ± 0.15
7	60.08 ± 0.15	22.8 ± 0.05	16.1 ± 0.15
			16.23 ± 0.15
			16.77 ± 0.15
8	60.67 ± 0.15	22.7 ± 0.05	16.56 ± 0.15
			16.6 ± 0.15
			16.87 ± 0.15
9	59.48 ± 0.15	22.6 ± 0.05	15.54 ± 0.15
			15.74 ± 0.15
			15.95 ± 0.15
10	60.73 ± 0.15	22.8 ± 0.05	17.32 ± 0.15
			17.03 ± 0.15
			17.23 ± 0.15

Tabla No. 36 Datos originales para las muestras del agitador de hélice con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)	Temperatura °C	Tiempo copa No.5 (s)
1	59.81 ± 0.15	24 ± 0.05	12.95 ± 0.15
			12.33 ± 0.15
			12.18 ± 0.15
2	59.87 ± 0.15	23.3 ± 0.05	14.86 ± 0.15
			15.05 ± 0.15
			14.78 ± 0.15
3	60.14 ± 0.15	23.5 ± 0.05	15.34 ± 0.15
			15.83 ± 0.15
			15.53 ± 0.15
4	59.63 ± 0.15	23.7 ± 0.05	16.26 ± 0.15
			15.9 ± 0.15
			15.83 ± 0.15
5	59.77 ± 0.15	23.7 ± 0.05	16.77 ± 0.15
			16.22 ± 0.15
			16.45 ± 0.15
6	60.43 ± 0.15	23.9 ± 0.05	15.43 ± 0.15
			15.62 ± 0.15
			16.01 ± 0.15
7	59.73 ± 0.15	23.9 ± 0.05	15.66 ± 0.15
			15.92 ± 0.15
			16.69 ± 0.15
8	59.64 ± 0.15	24 ± 0.05	16.6 ± 0.15
			16.4 ± 0.15
			15.99 ± 0.15
9	59.98 ± 0.15	24.1 ± 0.05	16 ± 0.15
			15.43 ± 0.15
			16.09 ± 0.15
10	60.73 ± 0.15	24.2 ± 0.05	16.44 ± 0.15
			16.04 ± 0.15
			16.09 ± 0.15

Tabla No. 37 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de paleta sin placas deflectoras

Corrida	Masa de solución(g)	Volumen (ml)
1	20.80 ± 0.1	40 ± 0.5
2	41.30 ± 0.1	40 ± 0.5
3	40.83 ± 0.1	40 ± 0.5
4	39.92 ± 0.1	40 ± 0.5
5	38.31 ± 0.1	40 ± 0.5
6	37.37 ± 0.1	40 ± 0.5
7	37.06 ± 0.1	40 ± 0.5
8	37.20 ± 0.1	40 ± 0.5
9	37.03 ± 0.1	40 ± 0.5
10	37.09 ± 0.1	40 ± 0.5

Tabla No. 38 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de paleta con 2 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.

Corrida	Peso (g)	Volumen (ml)
1	37.20 ± 0.1	40 ± 0.5
2	36.80 ± 0.1	40 ± 0.5
3	35.30 ± 0.1	40 ± 0.5
4	34.90 ± 0.1	40 ± 0.5
5	36.50 ± 0.1	40 ± 0.5
6	36.70 ± 0.1	40 ± 0.5
7	35.70 ± 0.1	40 ± 0.5
8	34.80 ± 0.1	40 ± 0.5
9	37.00 ± 0.1	40 ± 0.5
10	37.00 ± 0.1	40 ± 0.5

Tabla No. 39 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de paleta con 4 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.

Corrida	Peso (g)			Volumen (ml)		
1	39.30	±	0.1	40	±	0.5
2	38.00	±	0.1	40	±	0.5
3	37.00	±	0.1	40	±	0.5
4	38.10	±	0.1	40	±	0.5
5	35.90	±	0.1	40	±	0.5
6	36.90	±	0.1	40	±	0.5
7	36.60	±	0.1	40	±	0.5
8	37.30	±	0.1	40	±	0.5
9	36.30	±	0.1	40	±	0.5
10	36.60	±	0.1	40	±	0.5

Tabla No. 40 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de paleta con 2 placas deflectoras de 0.1 m de ancho.

Corrida	Peso (g)			Volumen (ml)		
1	40.20	±	0.1	40	±	0.5
2	37.30	±	0.1	40	±	0.5
3	36.30	±	0.1	40	±	0.5
4	36.70	±	0.1	40	±	0.5
5	37.20	±	0.1	40	±	0.5
6	36.80	±	0.1	40	±	0.5
7	36.60	±	0.1	40	±	0.5
8	38.50	±	0.1	40	±	0.5
9	38.00	±	0.1	40	±	0.5
10	34.80	±	0.1	40	±	0.5

Tabla No. 41 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de paleta con 4 placas deflectoras de 0.1 m de ancho.

Corrida	Peso (g)			Volumen (ml)		
1	38.80	±	0.1	40	±	0.5
2	34.70	±	0.1	40	±	0.5
3	35.50	±	0.1	40	±	0.5
4	37.90	±	0.1	40	±	0.5
5	37.40	±	0.1	40	±	0.5
6	37.70	±	0.1	40	±	0.5
7	37.80	±	0.1	40	±	0.5
8	37.90	±	0.1	40	±	0.5
9	39.30	±	0.1	40	±	0.5
10	37.30	±	0.1	40	±	0.5

Tabla No. 42 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de disco sin placas deflectoras

Corrida	Peso (g)			Volumen (ml)		
1	32.16	±	0.1	40	±	0.5
2	40.44	±	0.1	40	±	0.5
3	41.25	±	0.1	40	±	0.5
4	41.03	±	0.1	40	±	0.5
5	40.75	±	0.1	40	±	0.5
6	37.43	±	0.1	40	±	0.5
7	37.01	±	0.1	40	±	0.5
8	40.40	±	0.1	40	±	0.5
9	39.38	±	0.1	40	±	0.5
10	37.46	±	0.1	40	±	0.5

Tabla No. 43 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de disco con 2 placas deflectoras de 0.05 m

Corrida	Peso (g)			Volumen (ml)		
1	37.31	±	0.1	40	±	0.5
2	40.16	±	0.1	40	±	0.5
3	38.26	±	0.1	40	±	0.5
4	37.16	±	0.1	40	±	0.5
5	37.28	±	0.1	40	±	0.5
6	42.08	±	0.1	40	±	0.5
7	40.41	±	0.1	40	±	0.5
8	39.08	±	0.1	40	±	0.5
9	37.83	±	0.1	40	±	0.5
10	37.79	±	0.1	40	±	0.5

Tabla No. 44 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de disco con 4 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.

Corrida	Peso (g)			Volumen (ml)		
1	39.02	±	0.1	40	±	0.5
2	39.08	±	0.1	40	±	0.5
3	39.10	±	0.1	40	±	0.5
4	39.58	±	0.1	40	±	0.5
5	38.80	±	0.1	40	±	0.5
6	39.36	±	0.1	40	±	0.5
7	39.35	±	0.1	40	±	0.5
8	39.33	±	0.1	40	±	0.5
9	40.05	±	0.1	40	±	0.5
10	40.30	±	0.1	40	±	0.5

Tabla No. 45 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de disco con 2 placas deflectoras de 0.1 m de ancho.

Corrida	Peso (g)			Volumen (ml)		
1	39.45	±	0.1	40	±	0.5
2	40.02	±	0.1	40	±	0.5
3	40.10	±	0.1	40	±	0.5
4	40.67	±	0.1	40	±	0.5
5	40.20	±	0.1	40	±	0.5
6	40.24	±	0.1	40	±	0.5
7	40.55	±	0.1	40	±	0.5
8	41.10	±	0.1	40	±	0.5
9	41.33	±	0.1	40	±	0.5
10	42.09	±	0.1	40	±	0.5

Tabla No. 46 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de disco con 4 placas deflectoras de 0.1 m de ancho.

Corrida	Peso (g)			Volumen (ml)		
1	40.16	±	0.1	40	±	0.5
2	50.65	±	0.1	40	±	0.5
3	44.15	±	0.1	40	±	0.5
4	44.65	±	0.1	40	±	0.5
5	53.40	±	0.1	40	±	0.5
6	43.67	±	0.1	40	±	0.5
7	48.90	±	0.1	40	±	0.5
8	41.59	±	0.1	40	±	0.5
9	43.63	±	0.1	40	±	0.5
10	44.93	±	0.1	40	±	0.5

Tabla No. 47 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de hélice sin placas deflectoras

Corrida	Peso (g)			Volumen (ml)		
1	38.67	±	0.1	40	±	0.5
2	37.51	±	0.1	40	±	0.5
3	37.12	±	0.1	40	±	0.5
4	37.34	±	0.1	40	±	0.5
5	39.39	±	0.1	40	±	0.5
6	39.39	±	0.1	40	±	0.5
7	37.36	±	0.1	40	±	0.5
8	37.76	±	0.1	40	±	0.5
9	37.27	±	0.1	40	±	0.5
10	38.69	±	0.1	40	±	0.5

Tabla No. 48 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de hélice con 2 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.

Corrida	Peso (g)			Volumen (ml)		
1	41.32	±	0.1	40	±	0.5
2	37.06	±	0.1	40	±	0.5
3	37.26	±	0.1	40	±	0.5
4	39.40	±	0.1	40	±	0.5
5	37.36	±	0.1	40	±	0.5
6	38.74	±	0.1	40	±	0.5
7	39.53	±	0.1	40	±	0.5
8	37.75	±	0.1	40	±	0.5
9	41.08	±	0.1	40	±	0.5
10	39.14	±	0.1	40	±	0.5

Tabla No. 49 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de hélice con 4 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.

Corrida	Peso (g)			Volumen (ml)		
1	40.15	±	0.1	40	±	0.5
2	38.77	±	0.1	40	±	0.5
3	43.09	±	0.1	40	±	0.5
4	41.35	±	0.1	40	±	0.5
5	44.63	±	0.1	40	±	0.5
6	41.41	±	0.1	40	±	0.5
7	42.57	±	0.1	40	±	0.5
8	43.07	±	0.1	40	±	0.5
9	42.34	±	0.1	40	±	0.5
10	45.77	±	0.1	40	±	0.5

Tabla No. 50 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de hélice con 2 placas deflectoras de 0.1 m de ancho.

Corrida	Peso (g)			Volumen (ml)		
1	38.77	±	0.1	40	±	0.5
2	37.77	±	0.1	40	±	0.5
3	39.15	±	0.1	40	±	0.5
4	39.21	±	0.1	40	±	0.5
5	39.50	±	0.1	40	±	0.5
6	40.10	±	0.1	40	±	0.5
7	40.07	±	0.1	40	±	0.5
8	40.11	±	0.1	40	±	0.5
9	41.50	±	0.1	40	±	0.5
10	42.35	±	0.1	40	±	0.5

Tabla No. 51 Masa y volumen para cálculo de densidad para agitador de hélice con 4 placas deflectoras de 0.1 m de ancho.

Corrida	Peso (g)			Volumen (ml)		
1	39.03	±	0.1	40	±	0.5
2	37.43	±	0.1	40	±	0.5
3	38.94	±	0.1	40	±	0.5
4	40.55	±	0.1	40	±	0.5
5	43.13	±	0.1	40	±	0.5
6	39.28	±	0.1	40	±	0.5
7	40.94	±	0.1	40	±	0.5
8	42.17	±	0.1	40	±	0.5
9	39.82	±	0.1	40	±	0.5
10	41.38	±	0.1	40	±	0.5

Tabla No. 52 Amperaje alcanzado con el agitador de paleta sin placas deflectoras

Amperaje ± 0.05		
Corrida	Arranque	Operación
1	6.6	2.5
2	3.8	2.5
3	4.7	2.5
4	4.9	2.5
5	5	2.5
6	6	2.5
7	3.2	2.5
8	5.1	2.5
9	5.2	2.5
10	4.3	2.5

Tabla No. 53 Amperaje alcanzado con el agitador de paleta con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Amperaje \pm 0.05		
Corrida	Arranque	Operación
1	5.5	2.5
2	6.5	2.5
3	6.8	2.5
4	3.2	2.5
5	3.8	2.5
6	6.9	2.5
7	4.9	2.5
8	3.2	2.5
9	6	2.4
10	3.2	2.5

Tabla No. 54 Amperaje alcanzado con el agitador de paleta con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Amperaje \pm 0.05		
Corrida	Arranque	Operación
1	5.8	2.5
2	6.3	2.5
3	5.5	2.5
4	5.7	2.5
5	5.7	2.5
6	6.1	2.5
7	5.2	2.5
8	3.1	2.5
9	3.2	2.5
10	3.1	2.5

Tabla No. 55 Amperaje alcanzado con el agitador de paleta con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Amperaje \pm 0.05		
Corrida	Arranque	Operación
1	3.9	2.6
2	6.3	2.6
3	6.2	2.6
4	3.4	2.6
5	5.5	2.6
6	7.1	2.6
7	3.4	2.6
8	5.3	2.6
9	4.7	2.6
10	6.4	2.5

Tabla No. 56 Amperaje alcanzado con el agitador de paleta con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Amperaje \pm 0.05		
Corrida	Arranque	Operación
1	7.1	2.7
2	3.6	2.7
3	7.1	3.1
4	6.5	3
5	7.7	3.1
6	6.3	2.9
7	3.8	3
8	5.7	2.7
9	6.9	2.6
10	5.5	2.7

Tabla No. 57 Amperaje alcanzado con el agitador de disco sin placas deflectoras

Amperaje \pm 0.05		
Corrida	Arranque	Operación
1	10.2	3.1
2	11.9	3.1
3	8.9	3.1
4	6.8	3.1
5	6.7	3.1
6	6.5	3.1
7	6.5	3.1
8	6.5	3.1
9	8.7	3
10	8.7	3.1

Tabla No. 58 Amperaje alcanzado con el agitador de disco con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Amperaje \pm 0.05		
Corrida	Arranque	Operación
1	12.8	5.4
2	7.9	5.5
3	10.6	5.5
4	6.5	5.4
5	6.3	5.4
6	9.7	5.4
7	8.8	5.4
8	10.7	5.4
9	10.8	5.4
10	9.3	5.3

Tabla No. 59 Amperaje alcanzado con el agitador de disco con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Amperaje \pm 0.05		
Corrida	Arranque	Operación
1	11.9	6.1
2	10.2	6.1
3	6.6	6.1
4	12.6	6
5	6.3	5.9
6	7.1	5.9
7	11.4	6
8	9.2	5.9
9	6	6
10	11	5.9

Tabla No. 60 Amperaje alcanzado con el agitador de disco con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Amperaje \pm 0.05		
Corrida	Arranque	Operación
1	9.6	6.5
2	11.4	6.1
3	9.7	6
4	10.4	6
5	11.7	6
6	10.1	6
7	10.2	6
8	10.8	5.9
9	8	5.9
10	6.3	6

Tabla No. 61 Amperaje alcanzado con el agitador de disco con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Amperaje \pm 0.05		
Corrida	Arranque	Operación
1	6.6	6.3
2	11	6.2
3	6.7	6.2
4	10.1	6.1
5	10.4	6.1
6	8.5	6.1
7	10.1	6.1
8	9	6.1
9	10.8	6.1
10	10	6.1

Tabla No. 62 Amperaje alcanzado con el agitador de hélice sin placas deflectoras

Amperaje \pm 0.05		
Corrida	Arranque	Operación
1	9.7	2.7
2	5.5	2.8
3	5.7	2.8
4	8.9	2.9
5	5.7	2.9
6	6.9	2.7
7	7.1	2.7
8	10	2.7
9	5	2.7
10	5.1	2.7

Tabla No. 63 Amperaje alcanzado con el agitador de hélice con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Amperaje \pm 0.05		
Corrida	Arranque	Operación
1	6	3.1
2	6	3.1
3	6.2	3.1
4	6.3	3.1
5	6	3.1
6	6.4	3.1
7	6.5	3.1
8	6.4	3.1
9	6.6	3
10	6.6	3.1

Tabla No. 64 Amperaje alcanzado con el agitador de hélice con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Amperaje \pm 0.05		
Corrida	Arranque	Operación
1	4	3.1
2	5.7	3.2
3	9.2	3.2
4	7.2	3.1
5	6.9	3.2
6	4.6	3.1
7	4.8	3.1
8	5.4	3.2
9	5.4	3.2
10	7.9	3.2

Tabla No. 65 Amperaje alcanzado con el agitador de hélice con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Amperaje \pm 0.05		
Corrida	Arranque	Operación
1	6.9	3.3
2	5.8	3.3
3	5	3.3
4	8.8	3.3
5	9.9	3.3
6	9.3	3.3
7	4.6	3.3
8	3.5	3.3
9	4.4	3.3
10	8.3	3.3

Tabla No. 66 Amperaje alcanzado con el agitador de hélice con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Amperaje \pm 0.05		
Corrida	Arranque	Operación
1	9.9	3.4
2	6.2	3.4
3	5.6	3.4
4	5.3	3.3
5	6.3	3.4
6	4.6	3.4
7	7.3	3.4
8	5.7	3.4
9	4.6	3.5
10	4.4	3.5

F. Cálculos

Cálculo No. 1 Cantidad a utilizar de Goma Xantan.

Se utilizó 0.5% masa/masa y se utilizaron 75 litros de agua:

$$75l * \left(\frac{1kg_{agua}}{1l_{agua}} \right) * 0.005 = 0.375kg = 375g \text{ de goma Xantan}$$

Cálculo No. 1 Balance de masa

$$\text{Entradas} = \text{Salidas} + \text{Perdidas}$$

$$m_{goma} + m_{agua} = m_{mezcla}$$

$$x_{goma} * m_{goma} + x_{agua} * m_{agua} = x_{mezcla} * m_{mezcla} + x_{perdidas} * m_{perdidas}$$

$$x_{perdidas} = x_{mezcla} = x_3$$

$$x_{goma} = 0.005$$

$$x_{agua} = 1 - x_{goma} = 1 - 0.005 = 0.995$$

$$x_{goma} * m_{goma} + x_{agua} * m_{agua} = x_3 * (m_{mezcla} + m_{perdidas})$$

Se asumió un 0.5% del total en perdidas

$$(0.005 * 0.375kg) + (0.995 * 75kg) = 75.375kg = m_{mezcla}$$

$$75.375kg * 0.005 = 0.376kg = m_{perdida}$$

Cálculo No. 2 Balance de energía

$$W = Q + E_k$$

$$W = mC_p\Delta T + \frac{1}{2}mv^2$$

El C_p Debe ser de la mezcla por lo que se utiliza la siguiente ecuación:

$$C_{pmezcla} = (C_{pagua}x_{agua} + C_{pgoma}x_{goma})$$

El C_{pgoma} se calculó de la siguiente forma:

$$m_{agua}C_{pagua}\Delta T = m_{goma}C_{pgoma}\Delta T$$

$$\frac{m_{agua}C_{pagua}}{m_{goma}} = C_{pgoma} = \frac{75kg * \left(4.18 \frac{kJ}{kg^\circ C}\right)}{0.375kg} = 836 \frac{kJ}{kg^\circ C}$$

$$C_{pmezcla} = (C_{pagua}x_{agua} + C_{pgoma}x_{goma})$$

$$C_{pmezcla} = \left(4.18 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} 0.995 + 836 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} 0.005 \right) = 4.57 \frac{kJ}{kg^{\circ}C}$$

Para calcular el cambio de temperatura se utilizaron la temperatura inicial y final del sistema para cada agitador y para los cálculos se utilizó el cambio de temperatura más alta registrada.

$$\Delta T = (24.8 - 22.3)^{\circ}C$$

Para calcular la velocidad lineal del agitador se utilizó la ecuación del perímetro de una circunferencia

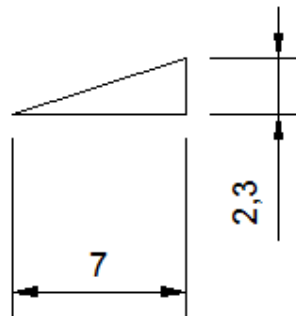
$$\text{Perímetro} = 2\pi r$$

$$\frac{1720 \text{ rev}}{\text{min}} * \frac{(2 * \pi * 0.2875 \text{ m})}{60 \text{ s}} = 51.75 \text{ m/s}$$

$$W = 75.375 \text{ kg} * 4.18 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} * 2.5^{\circ}C + \frac{1}{2} 75.375 \text{ kg} \left(\frac{51.75 \text{ m}}{\text{s}} \right)^2 = 962.09 \text{ kJ}$$

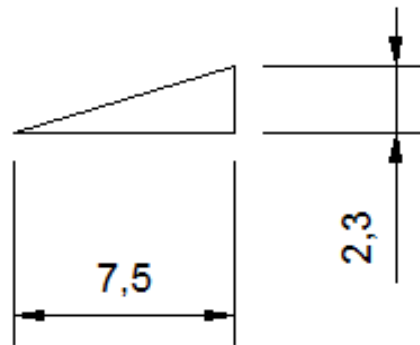
Cálculo No. 3 Cálculo del ángulo de inclinación de cada una de las aspas de la hélice

Figura No. 29 Dimensiones de hélice aspa No.1



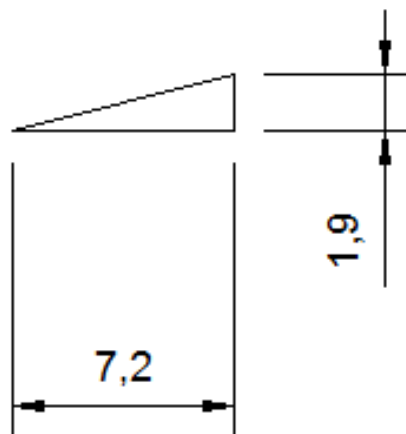
$$\tan \theta = \frac{\text{Cateto opuesto}}{\text{Cateto Adyacente}} = \tan^{-1} \frac{2.3 \text{ cm}}{7 \text{ cm}} = 18.19^{\circ}$$

Figura No. 30 Dimensiones de hélice aspa No.2



$$\tan\theta = \frac{\text{Cateto opuesto}}{\text{Cateto Adyacente}} = \tan^{-1} \frac{2.3\text{cm}}{7.5\text{cm}} = 11.04^\circ$$

Figura No. 31 Dimensiones de hélice aspa No.3



$$\tan\theta = \frac{\text{Cateto opuesto}}{\text{Cateto Adyacente}} = \tan^{-1} \frac{1.9\text{cm}}{7.2\text{cm}} = 14.78^\circ$$

Cálculo No. 4 Sumatoria del tiempo de las corridas de viscosidad

$$t_1 + t_2 = 60s + 61s = 121s$$

Se realizó el mismo cálculo para el resto de las corridas para el agitador de paleta, disco y hélice con 2 y 4 placas deflectoras de 0.05m y 0.1 m.

Cálculo No. 5 Viscosidad en Centistokes

$$v = (23.56T) - \left(\frac{744}{T}\right)$$

(Manual de usuario viscosímetro de copa)

$$(23.56 * 7.42 \pm 0.15) - \frac{774}{7.42 \pm 0.15} = 74.55 \text{centistoke}$$

Se realizó el mismo cálculo para el resto de las corridas para el agitador de paleta, disco y hélice con 2 y 4 placas deflectoras de 0.05m y 0.1 m.

Cálculo No. 6 Media de las viscosidades trabajadas en triplicado

$$\frac{(74.55 \pm 6.09^{-2}) + (81.89 \pm 6.35^{-2}) + (86.23 \pm 6.48^{-2})}{3} = 80.89 \pm 5.91 \text{centistokes}$$

Cálculo No. 7 Factor de corrección de la temperatura

$$f_c = \frac{T_{\text{calibración}}}{T_{\text{uso}}}$$

$$\frac{25^{\circ}\text{C}}{22.5 \pm 0.05^{\circ}\text{C}} = 1.01 \pm 4.98^{-6}$$

La T de calibración fue 25°C según el manual de uso del viscosímetro de copa.

Se realizó el mismo cálculo para el resto de las corridas para el agitador de paleta, disco y hélice con 2 y 4 placas deflectoras de 0.05m y 0.1 m.

Cálculo No. 8 Corrección de Viscosidad por temperatura

$$v * f_c = (80.89 \pm 5.91) * (1.01 \pm 4.98^{-6}) = 81.57 \pm 0.43 \text{centistokes}$$

$$81.57 \pm 0.43 \text{centistokes} * 1.01 \pm 4.98^{-6} * \frac{0.000001 \text{m}^2/\text{s}}{1 \text{centistoke}} = 8.16^{-5} \pm 2.32^{-9} \text{m}^2/\text{s}$$

Se realizó el mismo cálculo para el resto de las corridas para el agitador de paleta, disco y hélice con 2 y 4 placas deflectoras de 0.05m y 0.1 m.

Cálculo No. 9

$$\frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}} = \frac{20.81 \text{g}}{40 \text{ml}} * \frac{1 \text{kg}}{1000 \text{g}} * \frac{1000 \text{ml}}{1 \text{l}} * \frac{1000 \text{l}}{1 \text{m}^3} = 520.19 \pm 9.33^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Se realizó el mismo cálculo para el resto de las corridas para el agitador de paleta, disco y hélice con 2 y 4 placas deflectoras de 0.05m y 0.1 m.

Cálculo No. 10 Conversión de viscosidad cinemática a dinámica

$$\mu = \rho v$$

$$520.19 \pm 9.33^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 8.16^{-5} \pm \frac{2.32^{-9} \text{m}^2}{\text{s}} = 0.04 \pm \frac{1.40^{-9} \text{kg}}{\text{ms}}$$

Se realizó el mismo cálculo para el resto de las corridas para el agitador de paleta, disco y hélice con 2 y 4 placas deflectoras de 0.05m y 0.1 m.

Cálculo No. 11 Cálculo de kw por hora para el consumo energético

$$KW = \frac{\text{Volts} * \text{Amperios} \sqrt{3}}{1000}$$

$$\frac{220 \text{V} * 2.5 \text{A} \sqrt{3}}{1000} = 0.95 \text{KW}$$

$$\text{Precio KWh} = Q1.67$$

$$0.95 \text{KW} * Q1.67 = Q1.59$$

Se realizó el mismo cálculo para el resto de las corridas para el agitador de paleta, disco y hélice con 2 y 4 placas deflectoras de 0.05m y 0.1 m.

Cálculo No. 12 Total de kw consumidos durante la realización de la práctica.

$$Q(1.59 \times 3) + Q1.65 + Q(1.97 * 3) + Q3.44 + Q3.88 + Q4.14 + Q4.01 + Q1.85 + Q2.04 + Q2.10 + Q2.23 = Q 36.02$$

G. Datos calculados

Tabla No. 67 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo paleta sin placas deflectoras

Corrida	Tiempo (s)		
1	60	±	0.0225
2	121	±	0.0225
3	180	±	0.0225
4	248.1	±	0.0225
5	308.13	±	0.0225
6	367.67	±	0.0225
7	428.01	±	0.0225
8	487.62	±	0.0225
9	547.04	±	0.0225
10	607.6	±	0.0225

Tabla No. 68 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo paleta con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)		
1	59.96	±	0.0225
2	119.81	±	0.0225
3	179.93	±	0.0225
4	240.25	±	0.0225
5	300.25	±	0.0225
6	361.69	±	0.0225
7	421.52	±	0.0225
8	481.26	±	0.0225
9	541.04	±	0.0225
10	602.38	±	0.0225

Tabla No. 69 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo paleta con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)		
1	59.9	±	0.0225
2	119.76	±	0.0225
3	179.95	±	0.0225
4	240.37	±	0.0225
5	300.24	±	0.0225
6	360.45	±	0.0225
7	419.99	±	0.0225
8	479.93	±	0.0225
9	539.41	±	0.0225
10	599.47	±	0.0225

Tabla No. 70 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo paleta con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)		
1	60.32	±	0.0225
2	120.17	±	0.0225
3	180.11	±	0.0225
4	239.98	±	0.0225
5	300.22	±	0.0225
6	360.67	±	0.0225
7	420.67	±	0.0225
8	480.41	±	0.0225
9	540.32	±	0.0225
10	601.94	±	0.0225

Tabla No. 71 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo paleta con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)		
1	59.94	±	0.0225
2	127.08	±	0.0225
3	187.12	±	0.0225
4	247.08	±	0.0225
5	306.61	±	0.0225
6	366.42	±	0.0225
7	426.46	±	0.0225
8	486.17	±	0.0225
9	545.79	±	0.0225
10	605.78	±	0.0225

Tabla No. 72 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo disco dentado sin placas deflectoras

Corrida	Tiempo (s)		
1	60.29	±	0.0225
2	121.29	±	0.0225
3	181.16	±	0.0225
4	241.07	±	0.0225
5	302.26	±	0.0225
6	362.67	±	0.0225
7	422.32	±	0.0225
8	483.51	±	0.0225
9	545.31	±	0.0225
10	604.77	±	0.0225

Tabla No. 73 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo disco dentado con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)		
1	59.72	±	0.0225
2	119.46	±	0.0225
3	184.11	±	0.0225
4	243.86	±	0.0225
5	303.8	±	0.0225
6	363.69	±	0.0225
7	424.07	±	0.0225
8	483.95	±	0.0225
9	544.14	±	0.0225
10	604.21	±	0.0225

Tabla No. 74 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo disco dentado con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)		
1	60.3	±	0.0225
2	126.67	±	0.0225
3	184.23	±	0.0225
4	244.69	±	0.0225
5	304.62	±	0.0225
6	364.53	±	0.0225
7	424.44	±	0.0225
8	484.32	±	0.0225
9	544.47	±	0.0225
10	604.13	±	0.0225

Tabla No. 75 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo disco dentado con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)		
1	60.52	±	0.0225
2	120.6	±	0.0225
3	180.39	±	0.0225
4	242.09	±	0.0225
5	301.83	±	0.0225
6	361.54	±	0.0225
7	421.33	±	0.0225
8	482.41	±	0.0225
9	543.19	±	0.0225
10	604.2	±	0.0225

Tabla No. 76 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo disco dentado con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)		
1	61.09	±	0.0225
2	120.9	±	0.0225
3	181.01	±	0.0225
4	240.84	±	0.0225
5	300.65	±	0.0225
6	360.64	±	0.0225
7	420.59	±	0.0225
8	480.46	±	0.0225
9	540.65	±	0.0225
10	600.38	±	0.0225

Tabla No. 77 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo hélice sin placas deflectoras

Corrida	Tiempo (s)		
1	59.91	±	0.0225
2	119.45	±	0.0225
3	178.98	±	0.0225
4	245.14	±	0.0225
5	304.63	±	0.0225
6	364.32	±	0.0225
7	424.1	±	0.0225
8	483.99	±	0.0225
9	543.57	±	0.0225
10	603.24	±	0.0225

Tabla No. 78 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo hélice con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)		
1	59.1	±	0.0225
2	118.98	±	0.0225
3	178.992	±	0.0225
4	238.922	±	0.0225
5	298.922	±	0.0225
6	358.982	±	0.0225
7	418.612	±	0.0225
8	478.342	±	0.0225
9	538.952	±	0.0225
10	598.912	±	0.0225

Tabla No. 79 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo hélice con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Tiempo (s)		
1	60.24	±	0.0225
2	119.89	±	0.0225
3	179.49	±	0.0225
4	239.52	±	0.0225
5	299.98	±	0.0225
6	359.76	±	0.0225
7	419.73	±	0.0225
8	479.67	±	0.0225
9	539.21	±	0.0225
10	599.16	±	0.0225

Tabla No. 80 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo hélice con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Tiempo		
1	60.03	±	0.0225
2	120.15	±	0.0225
3	179.75	±	0.0225
4	240.51	±	0.0225
5	300.52	±	0.0225
6	360.23	±	0.0225
7	420.31	±	0.0225
8	480.98	±	0.0225
9	540.46	±	0.0225
10	601.19	±	0.0225

Tabla No. 81 Sumatoria de tiempo de agitación con el agitador tipo hélice con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Tiempo		
1	59.81	±	0.0225
2	119.68	±	0.0225
3	179.82	±	0.0225
4	239.45	±	0.0225
5	299.22	±	0.0225
6	359.65	±	0.0225
7	419.38	±	0.0225
8	479.02	±	0.0225
9	539	±	0.0225
10	599.73	±	0.0225

Tabla No. 82 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo paleta sin placas deflectoras

Corrida	Viscosidad Centistokes	Promedio viscosidad
1	74.55 ± 6.09E-02	80.89 ± 5.91
	81.89 ± 6.35E-02	
	86.23 ± 6.48E-02	
2	184.96 ± 7.16E-02	184.46 ± 1.14
	183.16 ± 7.17E-02	
	185.26 ± 7.16E-02	
3	205.08 ± 7.03E-02	201.45 ± 5.54
	195.08 ± 7.10E-02	
	204.20 ± 7.03E-02	
4	220.72 ± 6.90E-02	218.80 ± 1.87
	218.71 ± 6.92E-02	
	216.98 ± 6.93E-02	
5	252.12 ± 6.60E-02	244.63 ± 10.00
	233.28 ± 6.78E-02	
	248.49 ± 6.64E-02	
6	266.26 ± 6.46E-02	262.94 ± 6.24
	255.74 ± 6.57E-02	
	266.81 ± 6.45E-02	
7	272.31 ± 6.40E-02	274.69 ± 2.13
	275.33 ± 6.37E-02	
	276.42 ± 6.36E-02	
8	291.93 ± 6.20E-02	294.37 ± 3.98
	292.21 ± 6.19E-02	
	298.96 ± 6.13E-02	
9	268.47 ± 6.44E-02	275.68 ± 6.37
	278.06 ± 6.34E-02	
	280.52 ± 6.31E-02	
10	283.79 ± 6.28E-02	291.46 ± 9.77
	288.14 ± 6.24E-02	
	302.46 ± 6.09E-02	

Tabla No. 83 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo paleta y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Viscosidad Centistokes	Promedio viscosidad
1	112.73 ± 7.02E-02	130.15 ± 18.00
	148.68 ± 7.26E-02	
	129.05 ± 7.19E-02	
2	245.69 ± 6.66E-02	243.91 ± 2.61
	240.91 ± 6.71E-02	
	245.13 ± 6.67E-02	
3	326.75 ± 5.85E-02	327.98 ± 6.19
	322.50 ± 5.89E-02	
	334.69 ± 5.77E-02	
4	321.71 ± 5.90E-02	324.18 ± 3.02
	327.55 ± 5.84E-02	
	323.30 ± 5.88E-02	
5	354.93 ± 5.57E-02	349.86 ± 4.39
	347.33 ± 5.64E-02	
	347.33 ± 5.64E-02	
6	348.64 ± 5.63E-02	340.48 ± 9.58
	342.86 ± 5.69E-02	
	329.93 ± 5.81E-02	
7	343.91 ± 5.68E-02	345.49 ± 1.89
	344.96 ± 5.67E-02	
	347.59 ± 5.64E-02	
8	347.06 ± 5.65E-02	340.31 ± 7.97
	331.52 ± 5.80E-02	
	342.33 ± 5.69E-02	
9	364.84 ± 5.48E-02	359.19 ± 6.88
	361.19 ± 5.51E-02	
	351.52 ± 5.60E-02	
10	358.58 ± 5.54E-02	365.44 ± 6.77
	365.62 ± 5.47E-02	
	372.12 ± 5.41E-02	

Tabla No. 84 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo paleta y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Viscosidad Centistokes		Promedio viscosidad	
1	50.40	± 4.92E-02	58.06	± 7.40
	58.63	± 5.38E-02		
	65.16	± 5.70E-02		
2	167.98	± 7.24E-02	171.04	± 3.05
	174.09	± 7.22E-02		
	171.05	± 7.23E-02		
3	268.47	± 6.44E-02	260.91	± 6.64
	256.02	± 6.56E-02		
	258.24	± 6.54E-02		
4	305.68	± 6.06E-02	313.34	± 7.26
	314.25	± 5.97E-02		
	320.11	± 5.91E-02		
5	348.11	± 5.64E-02	344.34	± 5.86
	347.33	± 5.64E-02		
	337.59	± 5.74E-02		
6	285.15	± 6.27E-02	296.33	± 10.29
	298.42	± 6.13E-02		
	305.41	± 6.06E-02		
7	349.43	± 5.62E-02	344.86	± 10.51
	332.84	± 5.79E-02		
	352.31	± 5.60E-02		
8	370.57	± 5.43E-02	370.73	± 8.57
	362.24	± 5.50E-02		
	379.38	± 5.35E-02		
9	367.71	± 5.45E-02	368.22	± 2.64
	371.08	± 5.42E-02		
	365.88	± 5.47E-02		
10	383.26	± 5.31E-02	374.88	± 7.95
	373.94	± 5.40E-02		
	367.45	± 5.46E-02		

Tabla No. 85 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo paleta y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Viscosidad Centistokes	Promedio viscosidad
1	211.19 ± 6.98E-02	208.18 ± 5.48
	211.48 ± 6.98E-02	
	201.86 ± 7.05E-02	
2	285.15 ± 6.27E-02	287.77 ± 3.86
	292.21 ± 6.19E-02	
	285.97 ± 6.26E-02	
3	283.79 ± 6.28E-02	294.79 ± 10.81
	295.18 ± 6.16E-02	
	305.41 ± 6.06E-02	
4	318.25 ± 5.93E-02	319.13 ± 3.54
	316.11 ± 5.95E-02	
	323.03 ± 5.88E-02	
5	357.54 ± 5.55E-02	356.06 ± 1.58
	356.23 ± 5.56E-02	
	354.40 ± 5.58E-02	
6	361.98 ± 5.51E-02	366.92 ± 6.06
	373.68 ± 5.40E-02	
	365.10 ± 5.48E-02	
7	352.05 ± 5.60E-02	345.13 ± 8.80
	335.22 ± 5.76E-02	
	348.11 ± 5.64E-02	
8	345.23 ± 5.66E-02	339.35 ± 5.23
	335.22 ± 5.76E-02	
	337.59 ± 5.74E-02	
9	351.26 ± 5.61E-02	349.69 ± 1.89
	350.21 ± 5.62E-02	
	347.59 ± 5.64E-02	
10	374.20 ± 5.39E-02	375.50 ± 1.30
	375.50 ± 5.38E-02	
	376.79 ± 5.37E-02	

Tabla No. 86 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo paleta y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Viscosidad Centistokes	Promedio viscosidad
1	211.19 ± 6.98E-02	208.18 ± 5.48
	211.48 ± 6.98E-02	
	201.86 ± 7.05E-02	
2	285.15 ± 6.27E-02	287.77 ± 3.86
	292.21 ± 6.19E-02	
	285.97 ± 6.26E-02	
3	283.79 ± 6.28E-02	294.79 ± 10.81
	295.18 ± 6.16E-02	
	305.41 ± 6.06E-02	
4	318.25 ± 5.93E-02	319.13 ± 3.54
	316.11 ± 5.95E-02	
	323.03 ± 5.88E-02	
5	357.54 ± 5.55E-02	356.06 ± 1.58
	356.23 ± 5.56E-02	
	354.40 ± 5.58E-02	
6	361.98 ± 5.51E-02	366.92 ± 6.06
	373.68 ± 5.40E-02	
	365.10 ± 5.48E-02	
7	352.05 ± 5.60E-02	345.13 ± 8.80
	335.22 ± 5.76E-02	
	348.11 ± 5.64E-02	
8	345.23 ± 5.66E-02	339.35 ± 5.23
	335.22 ± 5.76E-02	
	337.59 ± 5.74E-02	
9	351.26 ± 5.61E-02	349.69 ± 1.89
	350.21 ± 5.62E-02	
	347.59 ± 5.64E-02	
10	374.20 ± 5.39E-02	375.50 ± 1.30
	375.50 ± 5.38E-02	
	376.79 ± 5.37E-02	

Tabla No. 87 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo disco dentado sin placas deflectoras

Corrida	Viscosidad Centistokes	Promedio viscosidad
1	107.62 ± 6.95E-02	109.78 ± 2.42
	109.33 ± 6.97E-02	
	112.39 ± 7.02E-02	
2	155.60 ± 7.26E-02	155.60 ± 0.63
	154.97 ± 7.26E-02	
	156.22 ± 7.26E-02	
3	171.96 ± 7.22E-02	173.08 ± 0.98
	173.49 ± 7.22E-02	
	173.79 ± 7.22E-02	
4	192.41 ± 7.12E-02	196.75 ± 4.03
	197.44 ± 7.08E-02	
	200.39 ± 7.06E-02	
5	201.56 ± 7.05E-02	203.61 ± 2.21
	203.32 ± 7.04E-02	
	205.95 ± 7.02E-02	
6	262.40 ± 6.50E-02	262.30 ± 4.56
	266.81 ± 6.45E-02	
	257.69 ± 6.55E-02	
7	285.42 ± 6.26E-02	286.96 ± 2.90
	290.31 ± 6.21E-02	
	285.15 ± 6.27E-02	
8	213.80 ± 6.96E-02	210.85 ± 11.34
	220.43 ± 6.90E-02	
	198.33 ± 7.08E-02	
9	227.88 ± 6.83E-02	227.97 ± 1.00
	229.02 ± 6.82E-02	
	227.02 ± 6.84E-02	
10	273.41 ± 6.39E-02	261.53 ± 11.05
	251.56 ± 6.61E-02	
	259.63 ± 6.53E-02	

Tabla No. 88 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Viscosidad Centistokes	Promedio viscosidad
1	305.95 ± 6.05E-02	298.22 ± 9.71
	301.38 ± 6.10E-02	
	287.33 ± 6.24E-02	
2	333.63 ± 5.78E-02	327.62 ± 9.74
	332.84 ± 5.79E-02	
	316.38 ± 5.95E-02	
3	307.56 ± 6.04E-02	312.91 ± 4.66
	316.11 ± 5.95E-02	
	315.05 ± 5.96E-02	
4	294.91 ± 6.17E-02	295.45 ± 0.94
	296.53 ± 6.15E-02	
	294.91 ± 6.17E-02	
5	288.41 ± 6.23E-02	298.66 ± 11.63
	311.31 ± 6.00E-02	
	296.26 ± 6.15E-02	
6	343.39 ± 5.68E-02	338.99 ± 5.49
	332.84 ± 5.79E-02	
	340.75 ± 5.71E-02	
7	327.55 ± 5.84E-02	330.64 ± 2.83
	331.25 ± 5.80E-02	
	333.10 ± 5.78E-02	
8	325.69 ± 5.86E-02	321.61 ± 3.99
	317.71 ± 5.94E-02	
	321.44 ± 5.90E-02	
9	304.87 ± 6.07E-02	309.25 ± 5.42
	307.56 ± 6.04E-02	
	315.31 ± 5.96E-02	
10	332.84 ± 5.79E-02	327.01 ± 6.12
	327.55 ± 5.84E-02	
	320.64 ± 5.91E-02	

Tabla No. 89 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Viscosidad Centistokes	Promedio viscosidad
1	327.81 ± 5.84E-02	327.54 ± 3.06
	324.36 ± 5.87E-02	
	330.46 ± 5.81E-02	
2	322.77 ± 5.89E-02	326.57 ± 3.36
	327.81 ± 5.84E-02	
	329.14 ± 5.82E-02	
3	329.93 ± 5.81E-02	319.73 ± 11.15
	307.83 ± 6.04E-02	
	321.44 ± 5.90E-02	
4	315.31 ± 5.96E-02	323.65 ± 7.24
	328.34 ± 5.83E-02	
	327.28 ± 5.84E-02	
5	322.24 ± 5.89E-02	317.87 ± 10.95
	305.41 ± 6.06E-02	
	325.96 ± 5.85E-02	
6	348.11 ± 5.64E-02	348.71 ± 9.06
	358.06 ± 5.54E-02	
	339.96 ± 5.72E-02	
7	328.61 ± 5.83E-02	323.29 ± 6.27
	316.38 ± 5.95E-02	
	324.89 ± 5.86E-02	
8	312.91 ± 5.98E-02	323.29 ± 8.99
	328.61 ± 5.83E-02	
	328.34 ± 5.83E-02	
9	332.31 ± 5.79E-02	334.69 ± 4.82
	340.23 ± 5.71E-02	
	331.52 ± 5.80E-02	
10	335.22 ± 5.76E-02	339.26 ± 4.38
	343.91 ± 5.68E-02	
	338.65 ± 5.73E-02	

Tabla No. 90 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Viscosidad Centistokes	Promedio viscosidad
1	300.30 ± 6.11E-02	289.66 ± 9.24
	284.88 ± 6.27E-02	
	283.79 ± 6.28E-02	
2	335.75 ± 5.76E-02	343.71 ± 13.79
	335.75 ± 5.76E-02	
	359.63 ± 5.53E-02	
3	353.88 ± 5.58E-02	343.02 ± 9.70
	339.96 ± 5.72E-02	
	335.22 ± 5.76E-02	
4	303.26 ± 6.08E-02	300.12 ± 4.54
	302.19 ± 6.09E-02	
	294.91 ± 6.17E-02	
5	327.55 ± 5.84E-02	320.90 ± 7.58
	322.50 ± 5.89E-02	
	312.64 ± 5.99E-02	
6	342.33 ± 5.69E-02	343.12 ± 1.37
	342.33 ± 5.69E-02	
	344.70 ± 5.67E-02	
7	304.07 ± 6.07E-02	309.42 ± 6.31
	316.38 ± 5.95E-02	
	307.83 ± 6.04E-02	
8	352.05 ± 5.60E-02	343.11 ± 7.78
	337.86 ± 5.74E-02	
	339.44 ± 5.72E-02	
9	293.56 ± 6.18E-02	296.44 ± 3.13
	299.76 ± 6.12E-02	
	295.99 ± 6.16E-02	
10	315.85 ± 5.95E-02	313.35 ± 2.41
	311.04 ± 6.00E-02	
	313.18 ± 5.98E-02	

Tabla No. 91 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Viscosidad Centistokes	Promedio viscosidad
1	330.20 ± 5.81E-02	326.66 ± 5.45
	320.38 ± 5.91E-02	
	329.40 ± 5.82E-02	
2	367.19 ± 5.46E-02	366.58 ± 2.02
	368.23 ± 5.45E-02	
	364.32 ± 5.48E-02	
3	355.71 ± 5.56E-02	346.44 ± 8.45
	339.17 ± 5.72E-02	
	344.44 ± 5.67E-02	
4	349.43 ± 5.62E-02	348.46 ± 0.92
	348.38 ± 5.63E-02	
	347.59 ± 5.64E-02	
5	367.19 ± 5.46E-02	374.36 ± 8.18
	372.64 ± 5.41E-02	
	383.26 ± 5.31E-02	
6	336.54 ± 5.75E-02	345.74 ± 9.47
	345.23 ± 5.66E-02	
	355.45 ± 5.57E-02	
7	382.23 ± 5.32E-02	363.42 ± 16.30
	353.62 ± 5.58E-02	
	354.40 ± 5.58E-02	
8	345.49 ± 5.66E-02	336.44 ± 7.85
	331.52 ± 5.80E-02	
	332.31 ± 5.79E-02	
9	335.48 ± 5.76E-02	345.91 ± 9.11
	352.31 ± 5.60E-02	
	349.95 ± 5.62E-02	
10	351.52 ± 5.60E-02	351.16 ± 8.39
	342.60 ± 5.69E-02	
	359.37 ± 5.53E-02	

Tabla No. 92 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo hélice sin placas deflectoras

Corrida	Viscosidad Centistokes	Promedio viscosidad
1	236.40 ± 6.75E-02	238.08 ± 6.93
	245.69 ± 6.66E-02	
	232.14 ± 6.79E-02	
2	265.43 ± 6.47E-02	259.05 ± 8.56
	262.40 ± 6.50E-02	
	249.33 ± 6.63E-02	
3	294.10 ± 6.17E-02	291.57 ± 2.25
	289.77 ± 6.22E-02	
	290.85 ± 6.21E-02	
4	297.07 ± 6.14E-02	297.70 ± 1.84
	296.26 ± 6.15E-02	
	299.76 ± 6.12E-02	
5	313.98 ± 5.97E-02	319.66 ± 7.05
	317.45 ± 5.94E-02	
	327.55 ± 5.84E-02	
6	315.58 ± 5.96E-02	320.11 ± 4.18
	320.91 ± 5.90E-02	
	323.83 ± 5.87E-02	
7	297.88 ± 6.14E-02	297.79 ± 3.91
	293.83 ± 6.18E-02	
	301.65 ± 6.10E-02	
8	305.41 ± 6.06E-02	304.51 ± 6.76
	297.34 ± 6.14E-02	
	310.77 ± 6.01E-02	
9	292.48 ± 6.19E-02	295.99 ± 3.27
	298.96 ± 6.13E-02	
	296.53 ± 6.15E-02	
10	309.97 ± 6.01E-02	315.13 ± 5.20
	315.05 ± 5.96E-02	
	320.38 ± 5.91E-02	

Tabla No. 93 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo hélice y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Viscosidad Centistokes	Promedio viscosidad
1	179.85 ± 7.19E-02	181.85 ± 2.73
	180.75 ± 7.18E-02	
	184.96 ± 7.16E-02	
2	284.61 ± 6.27E-02	290.30 ± 7.62
	287.33 ± 6.24E-02	
	298.96 ± 6.13E-02	
3	291.12 ± 6.21E-02	297.24 ± 6.35
	303.80 ± 6.08E-02	
	296.80 ± 6.15E-02	
4	329.93 ± 5.81E-02	322.14 ± 7.00
	320.11 ± 5.91E-02	
	316.38 ± 5.95E-02	
5	297.88 ± 6.14E-02	299.41 ± 1.79
	301.38 ± 6.10E-02	
	298.96 ± 6.13E-02	
6	319.84 ± 5.91E-02	316.91 ± 2.71
	316.38 ± 5.95E-02	
	314.51 ± 5.97E-02	
7	322.77 ± 5.89E-02	323.30 ± 3.48
	327.02 ± 5.84E-02	
	320.11 ± 5.91E-02	
8	304.34 ± 6.07E-02	306.48 ± 3.26
	310.24 ± 6.01E-02	
	304.87 ± 6.07E-02	
9	338.38 ± 5.73E-02	332.65 ± 8.59
	336.80 ± 5.75E-02	
	322.77 ± 5.89E-02	
10	311.84 ± 5.99E-02	320.28 ± 7.65
	326.75 ± 5.85E-02	
	322.24 ± 5.89E-02	

Tabla No. 94 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Viscosidad Centistokes	Promedio viscosidad
1	214.67 ± 6.95E-02	215.44 ± 2.96
	218.71 ± 6.92E-02	
	212.93 ± 6.96E-02	
2	312.91 ± 5.98E-02	316.56 ± 3.60
	320.11 ± 5.91E-02	
	316.65 ± 5.95E-02	
3	336.01 ± 5.75E-02	341.80 ± 7.65
	338.91 ± 5.73E-02	
	350.47 ± 5.61E-02	
4	329.67 ± 5.82E-02	333.63 ± 3.96
	333.63 ± 5.78E-02	
	337.59 ± 5.74E-02	
5	348.38 ± 5.63E-02	348.29 ± 3.54
	344.70 ± 5.67E-02	
	351.78 ± 5.60E-02	
6	336.01 ± 5.75E-02	334.42 ± 3.21
	336.54 ± 5.75E-02	
	330.72 ± 5.81E-02	
7	339.17 ± 5.72E-02	339.87 ± 5.83
	346.01 ± 5.66E-02	
	334.43 ± 5.77E-02	
8	338.38 ± 5.73E-02	342.41 ± 8.86
	352.57 ± 5.59E-02	
	336.27 ± 5.75E-02	
9	350.74 ± 5.61E-02	339.16 ± 10.11
	332.05 ± 5.79E-02	
	334.69 ± 5.77E-02	
10	360.93 ± 5.52E-02	352.47 ± 9.25
	342.60 ± 5.69E-02	
	353.88 ± 5.58E-02	

Tabla No. 95 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Viscosidad Centistokes	Promedio viscosidad
1	234.98 ± 6.77E-02	236.96 ± 2.51
	239.78 ± 6.72E-02	
	236.11 ± 6.76E-02	
2	306.48 ± 6.05E-02	305.23 ± 1.73
	305.95 ± 6.05E-02	
	303.26 ± 6.08E-02	
3	320.38 ± 5.91E-02	319.31 ± 1.85
	320.38 ± 5.91E-02	
	317.18 ± 5.94E-02	
4	344.17 ± 5.68E-02	349.77 ± 4.96
	353.62 ± 5.58E-02	
	351.52 ± 5.60E-02	
5	347.85 ± 5.64E-02	348.03 ± 2.10
	346.01 ± 5.66E-02	
	350.21 ± 5.62E-02	
6	341.02 ± 5.71E-02	340.14 ± 1.75
	341.28 ± 5.70E-02	
	338.12 ± 5.73E-02	
7	333.10 ± 5.78E-02	340.13 ± 9.35
	336.54 ± 5.75E-02	
	350.74 ± 5.61E-02	
8	345.23 ± 5.66E-02	348.29 ± 4.42
	346.28 ± 5.65E-02	
	353.36 ± 5.59E-02	
9	318.25 ± 5.93E-02	323.65 ± 5.45
	323.57 ± 5.88E-02	
	329.14 ± 5.82E-02	
10	365.10 ± 5.48E-02	361.80 ± 3.87
	357.54 ± 5.55E-02	
	362.76 ± 5.50E-02	

Tabla No. 96 Viscosidad en Centistokes con el agitador tipo disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Viscosidad Centistokes	Promedio viscosidad
1	247.65 ± 6.65E-02	234.56 ± 11.54
	230.15 ± 6.81E-02	
	225.88 ± 6.85E-02	
2	300.03 ± 6.11E-02	301.02 ± 3.73
	305.14 ± 6.06E-02	
	297.88 ± 6.14E-02	
3	312.91 ± 5.98E-02	318.95 ± 6.58
	325.96 ± 5.85E-02	
	317.98 ± 5.93E-02	
4	337.33 ± 5.74E-02	330.37 ± 6.10
	327.81 ± 5.84E-02	
	325.96 ± 5.85E-02	
5	350.74 ± 5.61E-02	343.11 ± 7.26
	336.27 ± 5.75E-02	
	342.33 ± 5.69E-02	
6	315.31 ± 5.96E-02	322.14 ± 7.86
	320.38 ± 5.91E-02	
	330.72 ± 5.81E-02	
7	321.44 ± 5.90E-02	332.81 ± 14.14
	328.34 ± 5.83E-02	
	348.64 ± 5.63E-02	
8	346.28 ± 5.65E-02	339.16 ± 8.20
	341.02 ± 5.71E-02	
	330.20 ± 5.81E-02	
9	330.46 ± 5.81E-02	326.20 ± 9.51
	315.31 ± 5.96E-02	
	332.84 ± 5.79E-02	
10	342.07 ± 5.70E-02	335.48 ± 5.75
	331.52 ± 5.80E-02	
	332.84 ± 5.79E-02	

Tabla No. 97 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo paleta sin placas deflectoras

Corrida	Factor de corrección T	Corrección viscosidad por T	Viscosidad en m ² /s
1	1.01 ± 4.98E-06	81.57 ± 0.43	8.16E-05 ± 2.3188E-09
2	1.01 ± 5.17E-06	186.27 ± 0.01	1.86E-04 ± 2.6754E-13
3	1.01 ± 5.22E-06	203.50 ± 0.15	2.03E-04 ± 1.1597E-10
4	1.01 ± 5.22E-06	221.03 ± 0.02	2.21E-04 ± 1.1861E-12
5	1.01 ± 5.12E-06	246.95 ± 0.41	2.47E-04 ± 6.8853E-10
6	1.01 ± 5.32E-06	265.79 ± 0.15	2.66E-04 ± 8.4269E-11
7	1.01 ± 4.84E-06	276.73 ± 0.02	2.77E-04 ± 9.9798E-13
8	1.01 ± 5.32E-06	297.56 ± 0.05	2.98E-04 ± 9.9276E-12
9	1.01 ± 5.07E-06	278.20 ± 0.15	2.78E-04 ± 7.9345E-11
10	1.01 ± 5.07E-06	294.13 ± 0.33	2.94E-04 ± 3.707E-10

Tabla No. 98 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo paleta y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Factor de corrección T	Corrección viscosidad por T	Viscosidad en m ² /s
1	1.01 ± 5.17E-06	131.43 ± 2.51	1.31E-04 ± 4.806E-08
2	1.01 ± 5.17E-06	246.30 ± 0.03	2.46E-04 ± 3.237E-12
3	1.01 ± 5.07E-06	330.98 ± 0.12	3.31E-04 ± 4.188E-11
4	1.01 ± 4.98E-06	326.93 ± 0.03	3.27E-04 ± 2.459E-12
5	1.01 ± 5.07E-06	353.06 ± 0.06	3.53E-04 ± 8.727E-12
6	1.01 ± 5.07E-06	343.59 ± 0.27	3.44E-04 ± 2.153E-10
7	1.01 ± 4.98E-06	348.41 ± 0.01	3.48E-04 ± 3.147E-13
8	1.01 ± 5.17E-06	343.65 ± 0.19	3.44E-04 ± 1.033E-10
9	1.01 ± 5.07E-06	362.47 ± 0.13	3.62E-04 ± 4.889E-11
10	1.01 ± 5.17E-06	369.03 ± 0.13	3.69E-04 ± 4.351E-11

Tabla No. 99 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo paleta y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Factor de corrección T	Corrección viscosidad por T	Viscosidad en m ² /s
1	1.01 ± 4.889E-06	58.52 ± 0.95	5.85E-05 ± 1.54E-08
2	1.01 ± 4.934E-06	172.43 ± 0.05	1.72E-04 ± 1.75E-11
3	1.01 ± 4.980E-06	263.11 ± 0.17	2.63E-04 ± 1.10E-10
4	1.01 ± 4.980E-06	315.99 ± 0.17	3.16E-04 ± 9.09E-11
5	1.01 ± 4.934E-06	347.14 ± 0.10	3.47E-04 ± 2.91E-11
6	1.01 ± 4.980E-06	298.83 ± 0.36	2.99E-04 ± 4.35E-10
7	1.01 ± 4.934E-06	347.66 ± 0.32	3.48E-04 ± 3.00E-10
8	1.01 ± 5.026E-06	373.99 ± 0.20	3.74E-04 ± 1.07E-10
9	1.01 ± 4.934E-06	371.21 ± 0.02	3.71E-04 ± 9.79E-13
10	1.01 ± 4.934E-06	377.93 ± 0.17	3.78E-04 ± 7.65E-11

Tabla No. 100 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo paleta y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Factor de corrección T	Corrección viscosidad por T	Viscosidad en m ² /s
1	1.01 ± 5.218E-06	210.29 ± 0.15	2.10E-04 ± 1.01E-10
2	1.01 ± 4.980E-06	290.21 ± 0.05	2.90E-04 ± 9.38E-12
3	1.01 ± 4.934E-06	297.19 ± 0.40	2.97E-04 ± 5.38E-10
4	1.01 ± 4.845E-06	321.50 ± 0.04	3.22E-04 ± 4.89E-12
5	1.01 ± 4.845E-06	358.70 ± 0.01	3.59E-04 ± 1.38E-13
6	1.01 ± 4.889E-06	369.77 ± 0.10	3.70E-04 ± 2.75E-11
7	1.01 ± 4.980E-06	348.04 ± 0.23	3.48E-04 ± 1.47E-10
8	1.01 ± 4.889E-06	341.98 ± 0.08	3.42E-04 ± 1.93E-11
9	1.01 ± 4.845E-06	352.29 ± 0.01	3.52E-04 ± 3.01E-13
10	1.01 ± 4.889E-06	378.42 ± 0.00	3.78E-04 ± 5.38E-14

Tabla No. 101 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo paleta y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Factor de corrección T	Corrección viscosidad por T	Viscosidad en m ² /s
1	1.01 ± 5.218E-06	210.29 ± 0.15	2.10E-04 ± 1.01E-10
2	1.01 ± 4.980E-06	290.21 ± 0.05	2.90E-04 ± 9.38E-12
3	1.01 ± 4.934E-06	297.19 ± 0.40	2.97E-04 ± 5.38E-10
4	1.01 ± 4.845E-06	321.50 ± 0.04	3.22E-04 ± 4.89E-12
5	1.01 ± 4.845E-06	358.70 ± 0.01	3.59E-04 ± 1.38E-13
6	1.01 ± 4.889E-06	369.77 ± 0.10	3.70E-04 ± 2.75E-11
7	1.01 ± 4.980E-06	348.04 ± 0.23	3.48E-04 ± 1.47E-10
8	1.01 ± 4.889E-06	341.98 ± 0.08	3.42E-04 ± 1.93E-11
9	1.01 ± 4.845E-06	352.29 ± 0.01	3.52E-04 ± 3.01E-13
10	1.01 ± 4.889E-06	378.42 ± 0.00	3.78E-04 ± 5.38E-14

Tabla No. 102 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo disco dentado sin placas deflectoras de ancho.

Corrida	Factor de corrección T	Corrección viscosidad por T	Viscosidad en m ² /s
1	1.01 ± 4.934E-06	110.67 ± 0.05	1.11E-04 ± 2.594E-11
2	1.01 ± 5.169E-06	157.12 ± 0.00	1.57E-04 ± 4.104E-14
3	1.01 ± 4.980E-06	174.54 ± 0.01	1.75E-04 ± 1.790E-13
4	1.01 ± 4.980E-06	198.41 ± 0.08	1.98E-04 ± 3.498E-11
5	1.01 ± 4.934E-06	205.26 ± 0.02	2.05E-04 ± 2.847E-12
6	1.01 ± 4.845E-06	264.25 ± 0.08	2.64E-04 ± 2.423E-11
7	1.01 ± 4.845E-06	289.10 ± 0.03	2.89E-04 ± 3.026E-12
8	1.01 ± 4.889E-06	212.49 ± 0.61	2.12E-04 ± 1.780E-09
9	1.01 ± 4.889E-06	229.74 ± 0.00	2.30E-04 ± 8.552E-14
10	1.01 ± 4.845E-06	263.48 ± 0.47	2.63E-04 ± 8.389E-10

Tabla No. 103 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Factor de corrección T	Corrección viscosidad por T	Viscosidad en m ² /s
1	1.01 ± 4.758E-06	300.23 ± 0.32	3.00E-04 ± 3.368E-10
2	1.01 ± 4.590E-06	329.39 ± 0.29	3.29E-04 ± 2.574E-10
3	1.00 ± 4.431E-06	314.17 ± 0.07	3.14E-04 ± 1.549E-11
4	1.00 ± 4.355E-06	296.44 ± 0.00	2.96E-04 ± 2.979E-14
5	1.00 ± 4.317E-06	299.56 ± 0.45	3.00E-04 ± 6.898E-10
6	1.00 ± 4.280E-06	339.91 ± 0.09	3.40E-04 ± 2.336E-11
7	1.00 ± 4.102E-06	330.97 ± 0.02	3.31E-04 ± 1.777E-12
8	1.00 ± 4.034E-06	321.72 ± 0.05	3.22E-04 ± 7.632E-12
9	1.00 ± 3.967E-06	309.14 ± 0.09	3.09E-04 ± 2.919E-11
10	1.00 ± 3.902E-06	326.68 ± 0.11	3.27E-04 ± 4.000E-11

Tabla No. 104 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Factor de corrección T	Corrección viscosidad por T	Viscosidad en m ² /s
1	1.01 ± 5.073E-06	330.54 ± 0.03	3.31E-04 ± 2.509E-12
2	1.01 ± 4.801E-06	328.89 ± 0.03	3.29E-04 ± 3.683E-12
3	1.01 ± 4.758E-06	321.89 ± 0.39	3.22E-04 ± 4.763E-10
4	1.01 ± 4.631E-06	325.50 ± 0.16	3.26E-04 ± 8.131E-11
5	1.00 ± 4.510E-06	319.37 ± 0.38	3.19E-04 ± 4.492E-10
6	1.00 ± 4.317E-06	349.77 ± 0.24	3.50E-04 ± 1.596E-10
7	1.00 ± 4.172E-06	323.84 ± 0.12	3.24E-04 ± 4.577E-11
8	1.00 ± 4.137E-06	323.72 ± 0.25	3.24E-04 ± 1.933E-10
9	1.00 ± 4.137E-06	335.14 ± 0.07	3.35E-04 ± 1.437E-11
10	1.00 ± 4.068E-06	339.49 ± 0.06	3.39E-04 ± 9.424E-12

Tabla No. 105 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Factor de corrección T	Corrección viscosidad por T	Viscosidad en m ² /s
1	1.01 ± 4.934E-06	292.01 ± 0.30	2.92E-04 ± 3.017E-10
2	1.01 ± 4.845E-06	346.26 ± 0.56	3.46E-04 ± 8.968E-10
3	1.01 ± 4.801E-06	345.45 ± 0.28	3.45E-04 ± 2.207E-10
4	1.01 ± 4.715E-06	302.04 ± 0.07	3.02E-04 ± 1.587E-11
5	1.01 ± 4.631E-06	322.74 ± 0.18	3.23E-04 ± 1.005E-10
6	1.01 ± 4.550E-06	344.86 ± 0.01	3.45E-04 ± 8.670E-14
7	1.00 ± 4.510E-06	310.88 ± 0.13	3.11E-04 ± 5.375E-11
8	1.00 ± 4.317E-06	344.15 ± 0.18	3.44E-04 ± 9.079E-11
9	1.00 ± 4.355E-06	297.44 ± 0.03	2.97E-04 ± 3.686E-12
10	1.00 ± 4.244E-06	314.09 ± 0.02	3.14E-04 ± 1.097E-12

Tabla No. 106 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Factor de corrección T	Corrección viscosidad por T	Viscosidad en m ² /s
1	1.01 ± 5.0E-06	329.42 ± 0.09	3.29E-04 ± 2.56E-11
2	1.01 ± 4.8E-06	369.30 ± 0.01	3.69E-04 ± 3.42E-13
3	1.01 ± 4.8E-06	348.78 ± 0.21	3.49E-04 ± 1.23E-10
4	1.01 ± 4.7E-06	350.70 ± 0.00	3.51E-04 ± 1.71E-14
5	1.00 ± 4.5E-06	376.13 ± 0.18	3.76E-04 ± 8.56E-11
6	1.00 ± 4.4E-06	346.90 ± 0.26	3.47E-04 ± 1.95E-10
7	1.00 ± 4.3E-06	364.52 ± 0.73	3.65E-04 ± 1.47E-09
8	1.00 ± 4.3E-06	337.46 ± 0.18	3.37E-04 ± 9.99E-11
9	1.00 ± 4.2E-06	346.73 ± 0.24	3.47E-04 ± 1.67E-10
10	1.00 ± 4.2E-06	351.75 ± 0.20	3.52E-04 ± 1.15E-10

Tabla No. 107 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo hélice sin placas deflectoras

Corrida	Factor de corrección T	Corrección viscosidad por T	Viscosidad en m ² /s
1	1.01 ± 5.580E-06	241.07 ± 0.20	2.41E-04 ± 1.728E-10
2	1.01 ± 5.580E-06	262.31 ± 0.29	2.62E-04 ± 3.123E-10
3	1.01 ± 5.369E-06	294.84 ± 0.02	2.95E-04 ± 1.053E-12
4	1.01 ± 5.318E-06	300.93 ± 0.01	3.01E-04 ± 4.347E-13
5	1.01 ± 5.803E-06	324.11 ± 0.16	3.24E-04 ± 7.664E-11
6	1.01 ± 5.580E-06	324.13 ± 0.06	3.24E-04 ± 9.460E-12
7	1.01 ± 5.526E-06	301.42 ± 0.05	3.01E-04 ± 8.971E-12
8	1.01 ± 5.473E-06	308.12 ± 0.15	3.08E-04 ± 7.490E-11
9	1.01 ± 5.318E-06	299.20 ± 0.04	2.99E-04 ± 4.480E-12
10	1.01 ± 5.267E-06	318.44 ± 0.09	3.18E-04 ± 2.369E-11

Tabla No. 108 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo hélice y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Factor de corrección T	Corrección viscosidad por T	Viscosidad en m ² /s
1	1.00 ± 4.510E-06	182.71 ± 0.04	1.83E-04 ± 9.246E-12
2	1.01 ± 4.845E-06	292.45 ± 0.20	2.92E-04 ± 1.390E-10
3	1.01 ± 4.715E-06	299.15 ± 0.14	2.99E-04 ± 6.232E-11
4	1.01 ± 4.715E-06	324.21 ± 0.15	3.24E-04 ± 7.227E-11
5	1.01 ± 4.758E-06	301.43 ± 0.01	3.01E-04 ± 3.880E-13
6	1.01 ± 4.673E-06	318.84 ± 0.02	3.19E-04 ± 1.693E-12
7	1.01 ± 4.631E-06	325.15 ± 0.04	3.25E-04 ± 4.383E-12
8	1.01 ± 4.550E-06	308.03 ± 0.03	3.08E-04 ± 3.950E-12
9	1.01 ± 4.715E-06	334.79 ± 0.22	3.35E-04 ± 1.492E-10
10	1.01 ± 4.673E-06	322.22 ± 0.18	3.22E-04 ± 1.047E-10

Tabla No. 109 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo hélice y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Factor de corrección T	Corrección viscosidad por T	Viscosidad en m ² /s
1	1.01 ± 4.845E-06	217.04 ± 0.04	2.17E-04 ± 7.768E-12
2	1.01 ± 4.934E-06	319.12 ± 0.04	3.19E-04 ± 5.343E-12
3	1.01 ± 4.889E-06	344.46 ± 0.17	3.44E-04 ± 8.654E-11
4	1.01 ± 4.889E-06	336.22 ± 0.05	3.36E-04 ± 6.697E-12
5	1.01 ± 4.758E-06	350.64 ± 0.04	3.51E-04 ± 3.754E-12
6	1.01 ± 4.715E-06	336.57 ± 0.03	3.37E-04 ± 2.874E-12
7	1.01 ± 4.758E-06	342.17 ± 0.10	3.42E-04 ± 2.953E-11
8	1.01 ± 4.631E-06	344.37 ± 0.23	3.44E-04 ± 1.545E-10
9	1.01 ± 4.631E-06	341.10 ± 0.30	3.41E-04 ± 2.697E-10
10	1.01 ± 4.715E-06	354.73 ± 0.24	3.55E-04 ± 1.682E-10

Tabla No. 110 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador tipo hélice y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Factor de corrección T	Corrección viscosidad por T	Viscosidad en m ² /s
1	1.01 ± 5.267E-06	239.45 ± 0.03	2.39E-04 ± 3.021E-12
2	1.01 ± 5.169E-06	308.23 ± 0.01	3.08E-04 ± 3.153E-13
3	1.01 ± 5.121E-06	322.34 ± 0.01	3.22E-04 ± 3.594E-13
4	1.01 ± 4.980E-06	352.73 ± 0.07	3.53E-04 ± 1.425E-11
5	1.01 ± 4.980E-06	350.97 ± 0.01	3.51E-04 ± 4.692E-13
6	1.01 ± 4.980E-06	343.02 ± 0.01	3.43E-04 ± 2.426E-13
7	1.01 ± 4.845E-06	342.65 ± 0.26	3.43E-04 ± 1.955E-10
8	1.01 ± 4.889E-06	350.99 ± 0.06	3.51E-04 ± 9.116E-12
9	1.01 ± 4.934E-06	326.28 ± 0.09	3.26E-04 ± 2.615E-11
10	1.01 ± 4.845E-06	364.49 ± 0.04	3.64E-04 ± 4.781E-12

Tabla No. 111 Viscosidad en Centistokes luego de la corrección por temperatura con el agitador hélice y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Factor de corrección T		Corrección viscosidad por T		Viscosidad en m ² /s	
1	1.00	± 4.355E-06	235.35	± 0.57	2.35E-04	± 1.38E-09
2	1.01	± 4.631E-06	302.74	± 0.05	3.03E-04	± 7.14E-12
3	1.01	± 4.550E-06	320.56	± 0.14	3.21E-04	± 5.79E-11
4	1.00	± 4.470E-06	331.81	± 0.11	3.32E-04	± 3.86E-11
5	1.00	± 4.470E-06	344.62	± 0.15	3.45E-04	± 6.92E-11
6	1.00	± 4.393E-06	323.33	± 0.19	3.23E-04	± 1.14E-10
7	1.00	± 4.393E-06	334.04	± 0.60	3.34E-04	± 1.09E-09
8	1.00	± 4.355E-06	340.30	± 0.20	3.40E-04	± 1.16E-10
9	1.00	± 4.317E-06	327.19	± 0.28	3.27E-04	± 2.36E-10
10	1.00	± 4.280E-06	336.38	± 0.10	3.36E-04	± 2.90E-11

Tabla No. 112 Densidad con el agitador tipo paleta sin placas deflectoras

Corrida	Densidad (kg/m ³)	
1	520.19	± 0.09
2	1032.53	± 0.17
3	1020.78	± 0.17
4	997.95	± 0.16
5	957.76	± 0.16
6	934.25	± 0.15
7	926.42	± 0.15
8	930.07	± 0.15
9	925.81	± 0.15
10	927.46	± 0.15

Tabla No. 113 Densidad con el agitador tipo paleta y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Densidad (kg/m ³)	
1	930	± 0.15
2	920	± 0.15
3	882.5	± 0.14
4	872.5	± 0.14
5	912.5	± 0.15
6	917.5	± 0.15
7	892.5	± 0.15
8	870	± 0.14
9	925	± 0.15
10	925	± 0.15

Tabla No. 114 Densidad con el agitador tipo paleta y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Densidad (kg/m ³)		
1	982.5	±	0.16
2	950	±	0.16
3	925	±	0.15
4	952.5	±	0.16
5	897.5	±	0.15
6	922.5	±	0.15
7	915	±	0.15
8	932.5	±	0.15
9	907.5	±	0.15
10	915	±	0.15

Tabla No. 115 Densidad con el agitador tipo paleta y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Densidad (kg/m ³)		
1	1005	±	0.16
2	932.5	±	0.15
3	907.5	±	0.15
4	917.5	±	0.15
5	930	±	0.15
6	920	±	0.15
7	915	±	0.15
8	962.5	±	0.16
9	950	±	0.16
10	870	±	0.14

Tabla No. 116 Densidad con el agitador tipo paleta y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Densidad (kg/m ³)		
1	970	±	0.16
2	867.5	±	0.14
3	887.5	±	0.15
4	947.5	±	0.15
5	935	±	0.15
6	942.5	±	0.15
7	945	±	0.15
8	947.5	±	0.15
9	982.5	±	0.16
10	932.5	±	0.15

Tabla No. 117 Densidad con el agitador de disco dentado sin placas deflectoras

Corrida	Densidad (kg/m ³)		
1	804.05	±	0.13
2	1011.03	±	0.16
3	1031.32	±	0.17
4	1025.63	±	0.17
5	1018.87	±	0.17
6	935.76	±	0.15
7	925.17	±	0.15
8	1010.03	±	0.16
9	984.51	±	0.16
10	936.55	±	0.15

Tabla No. 118 Densidad con el agitador de disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Densidad (kg/m ³)		
1	932.73	±	0.15
2	1003.90	±	0.16
3	956.41	±	0.16
4	929.12	±	0.15
5	932.01	±	0.15
6	1052.08	±	0.17
7	1010.30	±	0.16
8	976.91	±	0.16
9	945.87	±	0.15
10	944.75	±	0.15

Tabla No. 119 Densidad con el agitador de disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Densidad (kg/m ³)		
1	975.50	±	0.16
2	977.00	±	0.16
3	977.44	±	0.16
4	989.41	±	0.16
5	969.90	±	0.16
6	984.00	±	0.16
7	983.71	±	0.16
8	983.33	±	0.16
9	1001.25	±	0.16
10	1007.50	±	0.16

Tabla No. 120 Densidad con el agitador de disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Densidad (kg/m ³)		
1	986.25	±	0.16
2	1000.50	±	0.16
3	1002.50	±	0.16
4	1016.75	±	0.17
5	1005.00	±	0.16
6	1006.00	±	0.16
7	1013.75	±	0.16
8	1027.50	±	0.17
9	1033.25	±	0.17
10	1052.25	±	0.17

Tabla No. 121 Densidad con el agitador de disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Densidad (kg/m ³)		
1	1004.04	±	0.16
2	1266.18	±	0.20
3	1103.67	±	0.18
4	1116.23	±	0.18
5	1334.97	±	0.21
6	1091.87	±	0.18
7	1222.52	±	0.20
8	1039.66	±	0.17
9	1090.80	±	0.18
10	1123.35	±	0.18

Tabla No. 122 Densidad con el agitador tipo hélice sin placas deflectoras

Corrida	Densidad (kg/m ³)		
1	966.67	±	0.16
2	937.79	±	0.15
3	927.92	±	0.15
4	933.51	±	0.15
5	984.64	±	0.16
6	984.69	±	0.16
7	934.10	±	0.15
8	944.02	±	0.15
9	931.63	±	0.15
10	967.29	±	0.16

Tabla No. 123 Densidad con el agitador tipo hélice y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Densidad (kg/m ³)		
1	1033.08	±	0.17
2	926.50	±	0.15
3	931.58	±	0.15
4	984.95	±	0.16
5	934.10	±	0.15
6	968.40	±	0.16
7	988.19	±	0.16
8	943.85	±	0.15
9	1026.95	±	0.17
10	978.48	±	0.16

Tabla No. 124 Densidad con el agitador tipo hélice y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Corrida	Densidad (kg/m ³)		
1	1003.78	±	0.16
2	969.21	±	0.16
3	1077.22	±	0.17
4	1033.68	±	0.17
5	1115.84	±	0.18
6	1035.33	±	0.17
7	1064.24	±	0.17
8	1076.74	±	0.17
9	1058.43	±	0.17
10	1144.32	±	0.18

Tabla No. 125 Densidad con el agitador tipo hélice y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Densidad (kg/m ³)		
1	969.19	±	0.16
2	944.20	±	0.15
3	978.84	±	0.16
4	980.25	±	0.16
5	987.50	±	0.16
6	1002.50	±	0.16
7	1001.75	±	0.16
8	1002.75	±	0.16
9	1037.50	±	0.17
10	1058.75	±	0.17

Tabla No. 126 Densidad con el agitador hélice y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Corrida	Densidad (kg/m ³)		
1	975.63	±	0.16
2	935.75	±	0.15
3	973.38	±	0.16
4	1013.83	±	0.16
5	1078.17	±	0.17
6	982.04	±	0.16
7	1023.56	±	0.17
8	1054.18	±	0.17
9	995.51	±	0.16
10	1034.42	±	0.17

Tabla No. 127 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo paleta sin placas deflectoras

kilovatio		Costo (kwh)			
Arranque	Estable	Arranque	Estable	Arranque	Estable
2.51	0.95	Q	4.20	Q	1.59
1.45	0.95	Q	2.42	Q	1.59
1.79	0.95	Q	2.99	Q	1.59
1.87	0.95	Q	3.12	Q	1.59
1.91	0.95	Q	3.18	Q	1.59
2.29	0.95	Q	3.82	Q	1.59
1.22	0.95	Q	2.04	Q	1.59
1.94	0.95	Q	3.25	Q	1.59
1.98	0.95	Q	3.31	Q	1.59
1.64	0.95	Q	2.74	Q	1.59

Tabla No. 128 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo paleta y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

kilovatio		Costo (kwh)			
Arranque	Estable	Arranque	Estable	Arranque	Estable
2.10	0.95	Q	3.50	Q	1.59
2.48	0.95	Q	4.14	Q	1.59
2.59	0.95	Q	4.33	Q	1.59
1.22	0.95	Q	2.04	Q	1.59
1.45	0.95	Q	2.42	Q	1.59
2.63	0.95	Q	4.39	Q	1.59
1.87	0.95	Q	3.12	Q	1.59
1.22	0.95	Q	2.04	Q	1.59
2.29	0.91	Q	3.82	Q	1.53
1.22	0.95	Q	2.04	Q	1.59

Tabla No. 129 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo paleta y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

kilovatio		Costo (kwh)			
Arranque	Estable	Arranque	Estable	Arranque	Estable
2.21	0.95	Q	3.69	Q	1.59
2.40	0.95	Q	4.01	Q	1.59
2.10	0.95	Q	3.50	Q	1.59
2.17	0.95	Q	3.63	Q	1.59
2.17	0.95	Q	3.63	Q	1.59
2.32	0.95	Q	3.88	Q	1.59
1.98	0.95	Q	3.31	Q	1.59
1.18	0.95	Q	1.97	Q	1.59
1.22	0.95	Q	2.04	Q	1.59
1.18	0.95	Q	1.97	Q	1.59

Tabla No. 130 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo paleta y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

kilovatio		Costo (kwh)			
Arranque	Estable	Arranque	Estable	Arranque	Estable
1.49	0.99	Q	2.48	Q	1.65
2.40	0.99	Q	4.01	Q	1.65
2.36	0.99	Q	3.95	Q	1.65
1.30	0.99	Q	2.16	Q	1.65
2.10	0.99	Q	3.50	Q	1.65
2.71	0.99	Q	4.52	Q	1.65
1.30	0.99	Q	2.16	Q	1.65
2.02	0.99	Q	3.37	Q	1.65
1.79	0.99	Q	2.99	Q	1.65
2.44	0.95	Q	4.07	Q	1.59

Tabla No. 131 KW consumidos costo de agitación del agitador paleta y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

kilovatio		Costo (kwh)			
Arranque	Estable	Arranque	Estable	Arranque	Estable
2.71	1.03	Q	4.52	Q	1.72
1.37	1.03	Q	2.29	Q	1.72
2.71	1.18	Q	4.52	Q	1.97
2.48	1.14	Q	4.14	Q	1.91
2.93	1.18	Q	4.90	Q	1.97
2.40	1.11	Q	4.01	Q	1.85
1.45	1.14	Q	2.42	Q	1.91
2.17	1.03	Q	3.63	Q	1.72
2.63	0.99	Q	4.39	Q	1.65
2.10	1.03	Q	3.50	Q	1.72

Tabla No. 132KW consumidos costo de agitación del agitador tipo disco dentado sin placas deflectoras

Kilovatio		Costo (kwh)			
Arranque	Estable	Arranque	Estable	Arranque	Estable
3.89	1.18	Q	6.49	Q	1.97
4.53	1.18	Q	7.57	Q	1.97
3.39	1.18	Q	5.66	Q	1.97
2.59	1.18	Q	4.33	Q	1.97
2.55	1.18	Q	4.26	Q	1.97
2.48	1.18	Q	4.14	Q	1.97
2.48	1.18	Q	4.14	Q	1.97
2.48	1.18	Q	4.14	Q	1.97
3.32	1.14	Q	5.54	Q	1.91
3.32	1.18	Q	5.54	Q	1.97

Tabla No. 133 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Kilovatio		Costo (kwh)			
Arranque	Estable	Arranque	Estable	Arranque	Estable
4.88	2.06	Q	8.15	Q	3.44
3.01	2.10	Q	5.03	Q	3.50
4.04	2.10	Q	6.75	Q	3.50
2.48	2.06	Q	4.14	Q	3.44
2.40	2.06	Q	4.01	Q	3.44
3.70	2.06	Q	6.17	Q	3.44
3.35	2.06	Q	5.60	Q	3.44
4.08	2.06	Q	6.81	Q	3.44
4.12	2.06	Q	6.87	Q	3.44
3.54	2.02	Q	5.92	Q	3.37

Tabla No. 134 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

kilovatio		Costo (kwh)	
Arranque	Estable	Arranque	Estable
4.53	2.32	Q 7.57	Q 3.88
3.89	2.32	Q 6.49	Q 3.88
2.51	2.32	Q 4.20	Q 3.88
4.80	2.29	Q 8.02	Q 3.82
2.40	2.25	Q 4.01	Q 3.75
2.71	2.25	Q 4.52	Q 3.75
4.34	2.29	Q 7.25	Q 3.82
3.51	2.25	Q 5.85	Q 3.75
2.29	2.29	Q 3.82	Q 3.82
4.19	2.25	Q 7.00	Q 3.75

Tabla No. 135 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo disco dentado y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

kilovatio		Costo (kwh)	
Arranque	Estable	Arranque	Estable
3.66	2.48	Q 6.11	Q 4.14
4.34	2.32	Q 7.25	Q 3.88
3.70	2.29	Q 6.17	Q 3.82
3.96	2.29	Q 6.62	Q 3.82
4.46	2.29	Q 7.45	Q 3.82
3.85	2.29	Q 6.43	Q 3.82
3.89	2.29	Q 6.49	Q 3.82
4.12	2.25	Q 6.87	Q 3.75
3.05	2.25	Q 5.09	Q 3.75
2.40	2.29	Q 4.01	Q 3.82

Tabla No. 136 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo disco dentado y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

kilovatio		Costo (kwh)			
Arranque	Estable	Arranque	Estable	Arranque	Estable
2.51	2.40	Q	4.20	Q	4.01
4.19	2.36	Q	7.00	Q	3.95
2.55	2.36	Q	4.26	Q	3.95
3.85	2.32	Q	6.43	Q	3.88
3.96	2.32	Q	6.62	Q	3.88
3.24	2.32	Q	5.41	Q	3.88
3.85	2.32	Q	6.43	Q	3.88
3.43	2.32	Q	5.73	Q	3.88
4.12	2.32	Q	6.87	Q	3.88
3.81	2.32	Q	6.36	Q	3.88

Tabla No. 137KW consumidos costo de agitación del agitador tipo hélice sin placas deflectoras

kilovatio		Costo (kwh)			
Arranque	Estable	Arranque	Estable	Arranque	Estable
3.70	1.03	Q	6.17	Q	1.72
2.10	1.07	Q	3.50	Q	1.78
2.17	1.07	Q	3.63	Q	1.78
3.39	1.11	Q	5.66	Q	1.85
2.17	1.11	Q	3.63	Q	1.85
2.63	1.03	Q	4.39	Q	1.72
2.71	1.03	Q	4.52	Q	1.72
3.81	1.03	Q	6.36	Q	1.72
1.91	1.03	Q	3.18	Q	1.72
1.94	1.03	Q	3.25	Q	1.72

Tabla No. 138 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo hélice y con 2 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

kilovatio		Costo (kwh)			
Arranque	Estable	Arranque	Estable	Arranque	Estable
2.29	1.18	Q	3.82	Q	1.97
2.29	1.18	Q	3.82	Q	1.97
2.36	1.18	Q	3.95	Q	1.97
2.40	1.18	Q	4.01	Q	1.97
2.29	1.18	Q	3.82	Q	1.97
2.44	1.18	Q	4.07	Q	1.97
2.48	1.18	Q	4.14	Q	1.97
2.44	1.18	Q	4.07	Q	1.97
2.51	1.14	Q	4.20	Q	1.91
2.51	1.18	Q	4.20	Q	1.97

Tabla No. 139 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo hélice y con 4 placas deflectoras de 0.05m de ancho.

Kilovatio		Costo (kwh)			
Arranque	Estable	Arranque	Estable	Arranque	Estable
1.52	1.18	Q	2.55	Q	1.97
2.17	1.22	Q	3.63	Q	2.04
3.51	1.22	Q	5.85	Q	2.04
2.74	1.18	Q	4.58	Q	1.97
2.63	1.22	Q	4.39	Q	2.04
1.75	1.18	Q	2.93	Q	1.97
1.83	1.18	Q	3.05	Q	1.97
2.06	1.22	Q	3.44	Q	2.04
2.06	1.22	Q	3.44	Q	2.04
3.01	1.22	Q	5.03	Q	2.04

Tabla No. 140 KW consumidos costo de agitación del agitador tipo hélice y con 2 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Kilovatio		Costo (kwh)	
Arranque	Estable	Arranque	Estable
2.63	1.26	Q 4.39	Q 2.10
2.21	1.26	Q 3.69	Q 2.10
1.91	1.26	Q 3.18	Q 2.10
3.35	1.26	Q 5.60	Q 2.10
3.77	1.26	Q 6.30	Q 2.10
3.54	1.26	Q 5.92	Q 2.10
1.75	1.26	Q 2.93	Q 2.10
1.33	1.26	Q 2.23	Q 2.10
1.68	1.26	Q 2.80	Q 2.10
3.16	1.26	Q 5.28	Q 2.10

Tabla No. 141 KW consumidos costo de agitación del agitador hélice y con 4 placas deflectoras de 0.1m de ancho.

Kilovatio		Costo (kwh)	
Arranque	Estable	Arranque	Estable
3.77	1.30	Q 6.30	Q 2.16
2.36	1.30	Q 3.95	Q 2.16
2.13	1.30	Q 3.56	Q 2.16
2.02	1.26	Q 3.37	Q 2.10
2.40	1.30	Q 4.01	Q 2.16
1.75	1.30	Q 2.93	Q 2.16
2.78	1.30	Q 4.65	Q 2.16
2.17	1.30	Q 3.63	Q 2.16
1.75	1.33	Q 2.93	Q 2.23
1.68	1.33	Q 2.80	Q 2.23

Tabla No. 142 Viscosidad obtenida con el agitador de paleta al agitar durante 607.6 ± 0.02 s

Corrida	Sumatoria tiempo (s)			Viscosidad μ (kg/ms)		
1	60	\pm	0.02	0.04	\pm	1.40E-09
2	121	\pm	0.02	0.19	\pm	5.05E-09
3	180	\pm	0.02	0.21	\pm	5.47E-09
4	248.1	\pm	0.02	0.22	\pm	5.83E-09
5	308.13	\pm	0.02	0.24	\pm	6.29E-09
6	367.67	\pm	0.02	0.25	\pm	6.63E-09
7	428.01	\pm	0.02	0.26	\pm	6.86E-09
8	487.62	\pm	0.02	0.28	\pm	7.40E-09
9	547.04	\pm	0.02	0.26	\pm	6.89E-09
10	607.6	\pm	0.02	0.27	\pm	7.29E-09

Tabla No. 143 Viscosidad obtenida con el agitador de paleta al agitar durante 602.38 ± 0.02 s con 2 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.

Corrida	Sumatoria tiempo (s)			Viscosidad μ (kg/ms)		
1	59.96	\pm	0.02	0.12	\pm	1.961E-08
2	119.81	\pm	0.02	0.23	\pm	6.067E-09
3	179.93	\pm	0.02	0.29	\pm	7.882E-09
4	240.25	\pm	0.02	0.29	\pm	7.715E-09
5	300.25	\pm	0.02	0.32	\pm	8.639E-09
6	361.69	\pm	0.02	0.32	\pm	8.445E-09
7	421.52	\pm	0.02	0.31	\pm	8.373E-09
8	481.26	\pm	0.02	0.30	\pm	8.091E-09
9	541.04	\pm	0.02	0.34	\pm	8.969E-09
10	602.38	\pm	0.02	0.34	\pm	9.131E-09

Tabla No. 144 Viscosidad obtenida con el agitador de paleta al agitar durante 599.47 ± 0.02 s con 4 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.

Corrida	Sumatoria tiempo (s)	Viscosidad μ (kg/ms)
1	59.9 \pm 0.02	0.06 \pm 5.508E-09
2	119.76 \pm 0.02	0.16 \pm 4.362E-09
3	179.95 \pm 0.02	0.24 \pm 6.511E-09
4	240.37 \pm 0.02	0.30 \pm 8.011E-09
5	300.24 \pm 0.02	0.31 \pm 8.381E-09
6	360.45 \pm 0.02	0.28 \pm 7.378E-09
7	419.99 \pm 0.02	0.32 \pm 8.526E-09
8	479.93 \pm 0.02	0.35 \pm 9.316E-09
9	539.41 \pm 0.02	0.34 \pm 9.043E-09
10	599.47 \pm 0.02	0.35 \pm 9.268E-09

Tabla No. 145 Viscosidad obtenida con el agitador de paleta al agitar durante 601.94 ± 0.02 s con 2 placas deflectoras de 0.10 m de ancho.

Corrida	Sumatoria tiempo (s)	Viscosidad μ (kg/ms)
1	60.32 \pm 0.02	0.21 \pm 5.5766E-09
2	120.17 \pm 0.02	0.27 \pm 7.2287E-09
3	180.11 \pm 0.02	0.27 \pm 7.2404E-09
4	239.98 \pm 0.02	0.29 \pm 7.9023E-09
5	300.22 \pm 0.02	0.33 \pm 8.9152E-09
6	360.67 \pm 0.02	0.34 \pm 9.1090E-09
7	420.67 \pm 0.02	0.32 \pm 8.5356E-09
8	480.41 \pm 0.02	0.33 \pm 8.7451E-09
9	540.32 \pm 0.02	0.33 \pm 8.9110E-09
10	601.94 \pm 0.02	0.33 \pm 8.9096E-09

Tabla No. 146 Viscosidad obtenida con el agitador de paleta al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 4 placas deflectoras de 0.10 m de ancho.

Corrida	Sumatoria tiempo (s)	Viscosidad μ (kg/ms)
1	59.94 \pm 0.02	0.20 \pm 5.413E-09
2	127.08 \pm 0.02	0.25 \pm 6.817E-09
3	187.12 \pm 0.02	0.26 \pm 7.111E-09
4	247.08 \pm 0.02	0.30 \pm 8.115E-09
5	306.61 \pm 0.02	0.34 \pm 8.955E-09
6	366.42 \pm 0.02	0.35 \pm 9.292E-09
7	426.46 \pm 0.02	0.33 \pm 8.765E-09
8	486.17 \pm 0.02	0.32 \pm 8.632E-09
9	545.79 \pm 0.02	0.35 \pm 9.165E-09
10	605.78 \pm 0.02	0.35 \pm 9.426E-09

Tabla No. 147 Viscosidad obtenida con el agitador de disco al agitar durante 605.78 ± 0.02 s

Corrida	Sumatoria tiempo (s)	Viscosidad μ (kg/ms)
1	60.29 \pm 0.02	0.09 \pm 2.450E-09
2	121.29 \pm 0.02	0.16 \pm 4.188E-09
3	181.16 \pm 0.02	0.18 \pm 4.732E-09
4	241.07 \pm 0.02	0.20 \pm 5.353E-09
5	302.26 \pm 0.02	0.21 \pm 5.507E-09
6	362.67 \pm 0.02	0.25 \pm 6.601E-09
7	422.32 \pm 0.02	0.27 \pm 7.154E-09
8	483.51 \pm 0.02	0.21 \pm 5.674E-09
9	545.31 \pm 0.02	0.23 \pm 5.987E-09
10	604.77 \pm 0.02	0.25 \pm 6.589E-09

Tabla No. 148 Viscosidad obtenida con el agitador de disco al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 2 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.

Corrida	Sumatoria tiempo (s)	Viscosidad μ (kg/ms)
1	59.72 \pm 0.02	0.28 \pm 7.480E-09
2	119.46 \pm 0.02	0.33 \pm 8.727E-09
3	184.11 \pm 0.02	0.30 \pm 7.991E-09
4	243.86 \pm 0.02	0.28 \pm 7.362E-09
5	303.8 \pm 0.02	0.28 \pm 7.460E-09
6	363.69 \pm 0.02	0.36 \pm 9.373E-09
7	424.07 \pm 0.02	0.33 \pm 8.816E-09
8	483.95 \pm 0.02	0.31 \pm 8.330E-09
9	544.14 \pm 0.02	0.29 \pm 7.792E-09
10	604.21 \pm 0.02	0.31 \pm 8.225E-09

Tabla No. 149 Viscosidad obtenida con el agitador de paleta al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 4 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.

Corrida	Sumatoria tiempo (s)	Viscosidad μ (kg/ms)
1	60.3 \pm 0.02	0.32 \pm 8.548E-09
2	126.67 \pm 0.02	0.32 \pm 8.516E-09
3	184.23 \pm 0.02	0.31 \pm 8.339E-09
4	244.69 \pm 0.02	0.32 \pm 8.518E-09
5	304.62 \pm 0.02	0.31 \pm 8.220E-09
6	364.53 \pm 0.02	0.34 \pm 9.111E-09
7	424.44 \pm 0.02	0.32 \pm 8.434E-09
8	484.32 \pm 0.02	0.32 \pm 8.428E-09
9	544.47 \pm 0.02	0.34 \pm 8.859E-09
10	604.13 \pm 0.02	0.34 \pm 9.022E-09

Tabla No. 150 Viscosidad obtenida con el agitador de paleta al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 2 placas deflectoras de 0.10 m de ancho.

Corrida	Sumatoria tiempo (s)	Viscosidad μ (kg/ms)
1	60.52 \pm 0.02	0.29 \pm 7.62E-09
2	120.6 \pm 0.02	0.35 \pm 9.15E-09
3	180.39 \pm 0.02	0.35 \pm 9.14E-09
4	242.09 \pm 0.02	0.31 \pm 8.09E-09
5	301.83 \pm 0.02	0.32 \pm 8.56E-09
6	361.54 \pm 0.02	0.35 \pm 9.15E-09
7	421.33 \pm 0.02	0.32 \pm 8.30E-09
8	482.41 \pm 0.02	0.35 \pm 9.30E-09
9	543.19 \pm 0.02	0.31 \pm 8.08E-09
10	604.2 \pm 0.02	0.33 \pm 8.66E-09

Tabla No. 151 Viscosidad obtenida con el agitador de paleta al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 4 placas deflectoras de 0.10 m de ancho.

Corrida	Sumatoria tiempo (s)	Viscosidad μ (kg/ms)
1	61.09 \pm 0.02	0.33 \pm 8.73E-09
2	120.9 \pm 0.02	0.47 \pm 1.20E-08
3	181.01 \pm 0.02	0.38 \pm 1.00E-08
4	240.84 \pm 0.02	0.39 \pm 1.02E-08
5	300.65 \pm 0.02	0.50 \pm 1.28E-08
6	360.64 \pm 0.02	0.38 \pm 9.88E-09
7	420.59 \pm 0.02	0.45 \pm 1.15E-08
8	480.46 \pm 0.02	0.35 \pm 9.21E-09
9	540.65 \pm 0.02	0.38 \pm 9.87E-09
10	600.38 \pm 0.02	0.40 \pm 1.03E-08

Tabla No. 152 Viscosidad obtenida con el agitador de hélice al agitar durante 605.78 ± 0.02 s

Corrida	Sumatoria tiempo (s)	Viscosidad μ (kg/ms)
1	59.91 \pm 0.02	0.23 \pm 6.19E-09
2	119.45 \pm 0.02	0.25 \pm 6.56E-09
3	178.98 \pm 0.02	0.27 \pm 7.31E-09
4	245.14 \pm 0.02	0.28 \pm 7.50E-09
5	304.63 \pm 0.02	0.32 \pm 8.45E-09
6	364.32 \pm 0.02	0.32 \pm 8.45E-09
7	424.1 \pm 0.02	0.28 \pm 7.52E-09
8	483.99 \pm 0.02	0.29 \pm 7.75E-09
9	543.57 \pm 0.02	0.28 \pm 7.45E-09
10	603.24 \pm 0.02	0.31 \pm 8.18E-09

Tabla No. 153 Viscosidad obtenida con el agitador de hélice al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 2 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.

Corrida	Sumatoria tiempo (s)	Viscosidad μ (kg/ms)
1	59.10 \pm 0.02	0.19 \pm 4.96E-09
2	118.98 \pm 0.02	0.27 \pm 7.25E-09
3	178.99 \pm 0.02	0.28 \pm 7.45E-09
4	238.92 \pm 0.02	0.32 \pm 8.45E-09
5	298.92 \pm 0.02	0.28 \pm 7.52E-09
6	358.98 \pm 0.02	0.31 \pm 8.19E-09
7	418.61 \pm 0.02	0.32 \pm 8.50E-09
8	478.34 \pm 0.02	0.29 \pm 7.75E-09
9	538.95 \pm 0.02	0.34 \pm 9.04E-09
10	598.91 \pm 0.02	0.32 \pm 8.35E-09

Tabla No. 154 Viscosidad obtenida con el agitador de hélice al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 4 placas deflectoras de 0.05 m de ancho.

Corrida	Sumatoria tiempo (s)	Viscosidad μ (kg/ms)
1	60.24 \pm 0.02	0.22 \pm 5.75E-09
2	119.89 \pm 0.02	0.31 \pm 8.21E-09
3	179.49 \pm 0.02	0.37 \pm 9.69E-09
4	239.52 \pm 0.02	0.35 \pm 9.13E-09
5	299.98 \pm 0.02	0.39 \pm 1.02E-08
6	359.76 \pm 0.02	0.35 \pm 9.15E-09
7	419.73 \pm 0.02	0.36 \pm 9.53E-09
8	479.67 \pm 0.02	0.37 \pm 9.69E-09
9	539.21 \pm 0.02	0.36 \pm 9.46E-09
10	599.16 \pm 0.02	0.41 \pm 1.05E-08

Tabla No. 155 Viscosidad obtenida con el agitador de hélice al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 2 placas deflectoras de 0.10 m de ancho.

Corrida	Sumatoria tiempo (s)	Viscosidad μ (kg/ms)
1	60.03 \pm 0.02	0.23 \pm 6.16E-09
2	120.15 \pm 0.02	0.29 \pm 7.76E-09
3	179.75 \pm 0.02	0.32 \pm 8.36E-09
4	240.51 \pm 0.02	0.35 \pm 9.16E-09
5	300.52 \pm 0.02	0.35 \pm 9.17E-09
6	360.23 \pm 0.02	0.34 \pm 9.08E-09
7	420.31 \pm 0.02	0.34 \pm 9.06E-09
8	480.98 \pm 0.02	0.35 \pm 9.29E-09
9	540.46 \pm 0.02	0.34 \pm 8.89E-09
10	601.19 \pm 0.02	0.39 \pm 1.01E-08

Tabla No. 156 Viscosidad obtenida con el agitador de hélice al agitar durante 605.78 ± 0.02 s con 4 placas deflectoras de 0.10 m de ancho.

Corrida	Sumatoria tiempo (s)	Viscosidad μ (kg/ms)
1	59.81 \pm 0.02	0.23 \pm 6.09E-09
2	119.68 \pm 0.02	0.28 \pm 7.56E-09
3	179.82 \pm 0.02	0.31 \pm 8.27E-09
4	239.45 \pm 0.02	0.34 \pm 8.86E-09
5	299.22 \pm 0.02	0.37 \pm 9.71E-09
6	359.65 \pm 0.02	0.32 \pm 8.41E-09
7	419.38 \pm 0.02	0.34 \pm 9.00E-09
8	479.02 \pm 0.02	0.36 \pm 9.40E-09
9	539 \pm 0.02	0.33 \pm 8.61E-09
10	599.73 \pm 0.02	0.35 \pm 9.14E-09

**EZ[®] VISCOSITY CUPS
(EQUIVALENT ZAHN)
CUP #5
CONVERSION FORMULAS AND TABLE[®]**

EZ[®] viscosity cups are designed to comply with requirements of ASTM D 4212 and to take advantage of design changes known to provide best possible results. Cup dimensions are carefully controlled and cup calibration conditions comply with ANSI/NCSL Z540-1 or MIL-STD-45662A as applicable. Standard viscous oils traceable to the National Institute of Standards and Technology are used in calibration procedures to ensure specified drain time tolerance.

Use this formula derived by Paul N. Gardner Company research to find viscosity (V) in centistokes when cup drain time in seconds (T) is known:

$$V = 23.56T - 744 \div T$$

Use this formula to find cup drain time in seconds (T) when viscosity (V) in centistokes is known:

$$T = (V + \sqrt{V^2 + 70115}) \div 47.12$$

Results from the above formulas, solved for each tenth of a second within the cup range, are shown on the reverse side of this page. To find centistoke viscosity for a given cup drain time in seconds, read down the column on the left to find the nearest second. Then, read to the right to the nearest tenth second column to find centistoke value. The chart may be read in reverse to find drain time seconds when viscosity is known.

The EZ[®] series of five viscosity cups are produced, calibrated and sold only by the Paul N. Gardner Company and licensed agents.

©Copyright 1987, Paul N. Gardner Company
Reprinted By Permission

VI. Glosario

- Placas deflectoras: Son placas verticales instaladas perpendicularmente a la pared del tanque. Es el método más conveniente de reducir los remolinos y los vórtices.
- Pintura epóxica: Es un producto de dos componentes, el primero consiste de una resina epóxica de alta durabilidad y resistencia. El segundo es un esmalte epóxico de alto rendimiento.
- Viscosidad cinemática: Es una unidad simple de movimiento la cual representa la viscosidad desechando las fuerzas que generan el movimiento.
- Viscosidad dinámica: Es la resistencia interna al flujo de un fluido, originado por el roce de las moléculas que se deslizan sobre otra.
- Agitación: Es el movimiento inducido de un material en una manera específica, normalmente en un patrón circulatorio dentro de algún tipo de contenedor.
- Mezcla: Es una distribución aleatoria, dentro y a través una de otra, de dos o más fases iniciales separadas.
- Hidratación: Es un tipo de reacción que consiste en la adición de una o más moléculas de agua a un determinado compuesto.
- Número de Reynolds: Es un número que sirve para caracterizar el movimiento de un fluido.
- Número de potencia: Es una relación entre el área del agitador y la cantidad de movimiento del fluido.
- Eficacia: Capacidad para obrar o para conseguir un resultado determinado.